मानव संसाधन विकास मंत्रालय (शिक्षा-विभाग) भारत सरकार द्वारा स्वीकृत हिन्दी में विज्ञान की विश्वविख्यात सचित्र पुस्तकें

- ★ आधुनिक विज्ञान के महान अन्वेषक पैट्रिक प्रिगल
- ★ कार्यरत आधुनिक वैज्ञानिक — ए. डब्ल्यू. एलिस
- ★ जिन्होंने दुनिया बदल दी — एगॉन लार्सन
- ★ जिन्होंने भविष्य बनाया — एगॉन लार्सन
- ★ विज्ञान का सहज बोध — डॉ. जे. ब्रोनोस्की
- ★ दैनिक जीवन में विज्ञान I-III — टी. ए. ट्वीडल
- ★ विज्ञान की कहानियाँ I-IV — ए. सट्क्लिफ़ और ए. पी डी सट्क्लिफ़
- ★ विज्ञान परिचय 1-8 (सजिल्द) — एम. अडरवुड
- ★ आदमी कैसे बना ? — डॉ. आई. डब्ल्यू कॉर्नवाल
- ★ मानव एक : रंग-रूप अनेक — रॉबिन क्लार्क
- ★ उष्ण कटिबंध के प्राणी — ई. एम. पी. वाल्टर्स
- ★ अतल गहराई में जीवन — मॉरिस बर्टन
- ★ हमारा ग्रह : पृथ्वी — डॉ.रोनाल्ड फ्रेज़र
- ★ मौसम — आर एस. स्कोरर
- ★ ज्ञानेन्द्रियों का संसार — जे. डी कार्थी
- ★ प्रकृति और मानव — जॉन हिलैबी
- ★ आधुनिक जीव-विज्ञान — सी. एच. वाडिंगटन
- ★ खगोल-विज्ञान के महान क्षण — आर्ची ई. रॉय
- ★ टेलिविज़न (एक अद्भुत आविष्कार) — जीन और रॉबर्ट वैन्डिक
- ★ रेडार — एगॉन लार्सन
- ★ ध्वनि-अभिलेखन — क्लैमेंट ब्राउन
- ★ परमाणु — जॉन रोलैण्ड
- ★ हेलिकॉप्टर — बेसिल आर्केल और जॉन डब्ल्यू. आर. टेलर
- ★ ट्रांज़िस्टर — एगॉन लार्सन
- ★ जेट-यान — जॉन डब्ल्यू आर. टेलर
- ★ रॉकेट और अन्तरिक्ष-यान — जॉन डब्ल्यू. आर. टेलर
- ★ रेलगाड़ी — डेविड सेंट जान टॉमस
- ★ कैमरे की कला — मॉरिस के किड
- ★ परिवहन — एगॉन लार्सन

'रेडार

RADAR

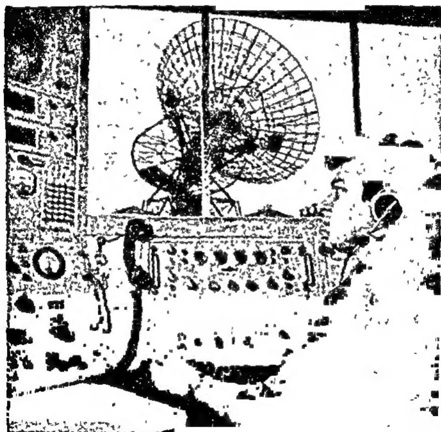
WORKS LIKE THIS



मानव संसाधन विकास मंत्रालय (शिक्षा-विभाग) भारत सरकार द्वारा स्वीकृत

रेडार

एगॉन् लार्सन्



अलंकार प्रकाशन
666, भील, दिल्ली-110051

Hindi Translation of 'RADAR Works Like This'
by Egon Larsen
By arrangement with
J. M. Dent & Sons Ltd., London

केन्द्रीय हिन्दी निदेशालय (शिक्षा-मंत्रालय) भारत सरकार के सहयोग से कार्यान्वित 'लोकप्रिय पुस्तकों की प्रकाशन-योजना' के अंतर्गत स्वीकृत एवं कैपिटल बुक हाउस दिल्ली के निमित्त अलंकार प्रकाशन से प्रकाशित

अनुवादक :
शैलेन्द्र

पुनरीक्षक :
के. एन. दुबे

मूल्य
पचास रुपये (50.00)

संस्करण
दूसरा: 1990

प्रकाशक
अलंकार प्रकाशन
666 भील, दिल्ली-110051

मुद्रक
कावेरी प्रिन्टर्स प्रा० लि०, नई दिल्ली-110002

दो शब्द

हिन्दी के विकास और प्रसार के लिए शिक्षा तथा युवक-सेवा मंत्रालय के तत्वावधान में पुस्तकों के प्रकाशन की विभिन्न योजनाएँ कार्यान्वित की जा रही हैं। हिन्दी में अभी तक ज्ञान-विज्ञान के क्षेत्र में पर्याप्त साहित्य उपलब्ध नहीं है, इसलिए ऐसे साहित्य के प्रकाशन को विशेष प्रोत्साहन दिया जा रहा है। यह तो आवश्यक है ही कि ऐसी पुस्तकें उच्च कोटि की हों, किन्तु यह भी जरूरी है कि वे अधिक महगी न हों ताकि सामान्य हिन्दी पाठक उन्हें खरीदकर पढ़ सकें। इन उद्देश्यों को सामने रखते हुए जो योजनाएँ बनाई गई हैं, उनमें से एक योजना प्रकाशकों के सहयोग से पुस्तकें प्रकाशित करने की है। इस योजना के अधीन भारत सरकार निश्चित संख्या में प्रकाशित पुस्तकों की प्रतियाँ खरीदकर उन्हें मदद पहुंचाती है।

प्रस्तुत पुस्तक इसी योजना के अन्तर्गत प्रकाशित की जा रही है। इसके अनुवाद और कापीराइट इत्यादि की व्यवस्था प्रकाशक ने स्वयं की है तथा इसमें शिक्षा तथा युवक-सेवा मंत्रालय द्वारा निर्मित शब्दावली का उपयोग किया गया है।

हमें विश्वास है कि प्रकाशकों के सहयोग से प्रकाशित साहित्य हिन्दी को समृद्ध बनाने में सहायक सिद्ध होगा और साथ ही इसके द्वारा ज्ञान-विज्ञान से सम्बन्धित अधिकाधिक पुस्तकें हिन्दी के पाठकों को उपलब्ध हो सकेंगी।

आशा है, यह योजना सभी क्षेत्रों में लोकप्रिय होगी।

गणपति चन्द्र

केन्द्रीय हिन्दी निदेशालय
शिक्षा तथा युवक-सेवा मंत्रालय

निदेशक

विषय-सूची

रेडार क्या है ?

शब्द 'रेडार' (RADAR) एक नया और बनावटी शब्द है। यह 'रेडियो डिटेक्शन एण्ड रेंजिंग' (Radio Detection And Ranging) का संक्षिप्त रूप है। द्वितीय विश्वयुद्ध के मध्य तक इसे 'रेडियो-लोकेशन' (radio-location) कहा जाता था। उसके बाद इसे रेडार कहा जाने लगा।

'रेडियो द्वारा संसूचन और परासन' वाक्य से स्पष्ट हो जाता है कि रेडार का उपयोग किस काम में हो सकता है। इसके तीन मुख्य काम है:

यह पानी के जहाज़ों और वायुयानों को उनके मार्ग में आने वाली बाधा के बारे में चेतावनी देता है और उन्हें टकराने से बचाता है।

यह कठिन परिस्थितियों में जहाज़ों और वायुयानों का मार्ग-निर्देशन (navigation) करता है। प्रायः ऐसी परिस्थितियाँ तटवर्ती पानी में, भीड़-भाड़ वाले बन्दरगाहों में, पहाड़ों के ऊपर उड़ान करते समय और जटिल अवतरण के समय पैदा होती हैं।

यह ह्वेल-मछलियों, हिमशैलों, संकट में या तूफ़ान और वृष्टि में फँसे जलयानों का पता लगाने में जहाज़ों और वायुयानों की मदद करता है।

इनके अलावा अनेक अन्य कार्यों में भी रेडार का उपयोग होता है जिनमें सबसे अधिक दिलचस्प कार्यों का वर्णन इस पुस्तक में किया जायेगा।

रेडार का आविष्कार अपेक्षाकृत हाल ही में हुआ है। इसका आविष्कार ब्रिटेन के वैज्ञानिकों के एक दल ने सर रॉबर्ट वाट्सन-वाट के नेतृत्व में द्वितीय विश्वयुद्ध के दौरान और उसके पहले के वर्षों में किया। किन्तु इसका सिद्धान्त पुराना है।

वास्तव में प्रकृति ने इसका विकास करोड़ों वर्ष पहले कर दिया था जिसके फलस्वरूप दूसरी वस्तुओं से टकराये बिना चमगादड़ों को रात में उड़ने में सहायता मिलती है। वे चरमराहट के लघु स्पंद भेजते हैं जिसे



केवल वे ही सुन सकते हैं, हम नही सुन सकते। किसी बाधक वस्तु से टकराने के फलस्वरूप लौटी प्रतिध्वनि को वे सुन लेते हैं।

उसी प्रकार रेडार भी रेडियो-तरंगों के लघु स्पंदों को भेजता है और ठोस वस्तुओं से टकराने के बाद लौटी प्रतिध्वनियों को पकड़ लेता है। इस तरह रेडार दूर-स्थित वस्तुओं का पता लगाकर उनकी दिशा और परास मालूम करता है।

रेडार का निर्माण अत्यधिक वैज्ञानिक और तकनीकी अनुसन्धान के फलस्वरूप हुआ। इससे सम्बन्धित अधिकांश अनुसन्धान-कार्य सन् 1880 के बाद हुआ। इन अनुसन्धान-कार्यों में विद्युत्-चुम्बकीय तरंगों की खोज तथा उन्हें उत्पन्न और ग्रहण करने वाले उपकरणों का आविष्कार; परमाणु की छोटी-सी दुनिया की खोज, और इलेक्ट्रॉन का अध्ययन एव खोज, धाराओं के उत्पादन और प्रवर्धन के लिये वाल्वों का आविष्कार; बेतार टेलीग्राफी और टेलीफोनी अर्थात् रेडियो का आविष्कार; और, अन्तत', अनन्त सूक्ष्म कालान्तराल और अत्यन्त उच्च आवृति को ठीक-ठीक मापने वाले इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों का विकास आदि सम्मिलित हैं।

द्वितीय विश्वयुद्ध मे रेडार से मित्र-राष्ट्रों (Allies) को उनके शत्रुओं की अपेक्षा वहुत लाभ हुआ; आजकल इसका उपयोग समुद्र और हवा में शान्त मार्ग-निर्देशन के लिये होता है।



रेडार द्वितीय विश्वयुद्ध में

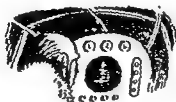
सन् 1935 में रेडियो-स्थाननिर्धारण सम्बन्धी प्रयोगों को आरम्भ कर सर रॉबर्ट वाट्सन-वाट का विचार हवाई-युद्ध में एक नये ढंग की प्रतिरक्षा प्राप्त करना था; युद्ध छिड़ने पर यह रेडार का प्रमुख काम हो गया। भूमि स्थित रेडार-स्टेशन चैनल में ही शत्रु-छापामारों का पता लगाते थे और ब्रिटिश लड़ाकू विमानों को उनकी ओर भेज देते थे। इस प्रकार रेडार की सहायता से ब्रिटेन को लड़ाई जीतने में मदद मिली।



युद्धकालीन स्कैनर

इसके बाद रेडार दिन में बमबारी करने वाले वायुयानों को आघात पहुंचाने में सहायक हुआ। इसमें इतनी अधिक हानि हुई कि आक्रमणकारी को दिन के बजाय रात में बमबारी करनी पड़ी; किन्तु रेडार ने ऐसी मदद की कि उन्हें रात की बमबारी भी बहुत महंगी पड़ी। ब्रिटेन के रात में लड़ने वाले वायुयानों के कॉकपिट में रेडार-सेट लगे रहते थे जिसकी मदद से पायलट को अपना उड़ान-लक्ष्य साफ़ दिखाई देता था।

एक अन्य प्रकार का रेडार-उपकरण सर्चलाइट के साथ लगा रहता था। इससे उन्हें लक्ष्य का पता लगाने और अपनी रोशनी दिखाने से पहले स्वय मार्ग-अनुसरण करने में मदद मिलती थी।



RADAR SCREEN IN
FIGHTER COCKPIT

लड़ाकू वायुयान के कॉकपिट में रेडार-पर्दा

समुद्र में, रेडार, सतह पर छापा मारने वाले जहाजों और रात में हवा लेने के लिये समुद्र के ऊपर आने वाली पनडुब्बियों का पता लगाता था। यह कुहरे में भी उतनी ही आसानी से पता लगा लेता था जितना दिन के प्रकाश में। जहाजों मे.लगा रेडार काफ़िले के जहाज़ों को काफ़िले से अलग होने से बचाता था। समुद्र की सतह से लगभग 600 फ़ुट ऊपर डोवर की चट्टानों पर एक आक्रमण-रोधी रेडार-स्टेशन स्थापित किया गया था। यह सेट 10-सेंटिमीटर की लम्बी तरंगों के साथ काम करता था और इससे फ्रांस के समुद्र-तट का चित्र स्पष्ट दिखाई देता था। एक दृष्टि डालने से ही डोवर जलडमरूमध्य के बहुत बड़े क्षेत्र मे सारे जहाजों की स्थिति का पता लग जाता था और अत्यन्त अनुकूल वातावरण में तो प्रचालक बोलोन बन्दरगाह के बाहर नौचालन बोयाओं (navigational buoys) को भी देख सकता था! उस समय फ्रांस पर जर्मनी का अधिकार था; उन्हे इस बात का पता ही न था कि डोवर की चट्टानों के ऊपर स्थित जादुई-चक्षु के द्वारा कुहरे और अन्धकार में भी उनका अत्यन्त सावधानी के साथ निरीक्षण किया जा रहा है।

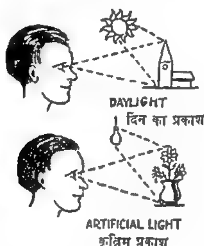
नौ-रेडार ने शार्नहोर्स्ट (*Scharnhorst*) जहाज का पता लगाकर उसे डुबाने में मदद की। उसने 'न डूबने योग्य' बिस्मार्क (*Bismarck*) का अनुसरण कर उसे भी नष्ट कर दिया।

जब युद्ध का रूप रक्षात्मक से बदलकर आक्रामक हो गया तो रेडार के द्वारा असंख्य बममारों को शत्रु के इलाके के महत्वपूर्ण लक्ष्यों तक भेजने में सहायता मिली।

उसके पर्दे पर नौ-चालक बादल, कुहरे और अन्धकार में भी नीचे के लक्ष्यों को देख सकता था; यह पर्दा एक कैथोड-किरण नली थी। जब नॉरमण्डी में डी-दिवस अवतरण (D-Day landing) की योजना बनाकर उसे कार्यरूप दिया गया तो रेडार ने इतिहास के सबसे अधिक कठिन संयुक्त प्रचालन में महत्वपूर्ण भूमिका अदा की।

रेडार-तरंगों के बारे में

मनुष्य की आंख किसी भी वस्तु को देख सकती है, इसका कारण यह है कि उस वस्तु से प्रकाश की किरणें परावर्तित होती है। किन्तु प्रकाश की किरणें धुन्ध या वादल में नही गुजर सकती है और रात को जब प्राकृतिक प्रकाश का कोई शक्तिशाली स्रोत नही रहता है तो परावर्तन प्राप्त करने के लिये हम प्रकाश के कृत्रिम स्रोतों का उपयोग करते हैं।



सबसे अधिक शक्तिशाली सर्चलाइट का परास भी सीमित होता है; कुहरे में सर्चलाइट प्रभावहीन हो जाती है। किन्तु बेतार-तरंगों पर, जिनका वेग प्रकाश के वेग के बराबर होता है, *मौसम का कोई असर* नही पड़ता है। दृश्य प्रकाश-तरंगों की भांति बेतार-तरंगें भी विद्युत्-चुम्बकीय तरंगे होती हैं।

दोनों प्रकार की तरंगो के अनेक गुण एकसमान होते है। उदाहरण के लिये लघु तरंग-दैर्घ्य की बेतार-तरंगे—अर्थात् वे तरंगे जो विद्युत्-चुम्बकीय तरंगों के पैमाने में प्रकाश-तरंगों के सबसे निकट होती हैं—प्रकाश की भांति वस्तुओं द्वारा परावर्तित होती है।

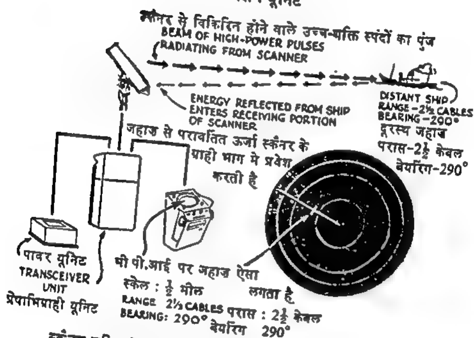
विज्ञान की भाषा में यदि आप अत्यन्त लघु तरंगो को किसी वस्तु पर तेजी से टकरायें तो वह वस्तु 'द्वितीयक प्रेपित्र' (secondary transmitter) का काम करने लगती है। इन तरंगों की लम्बाई कुछ ही

रेडार समुद्र में

उपस्कर

किसी जहाज या बन्दरगाह में रेडार-स्टेशन के उपस्कर में निम्न चार भाग होते हैं :

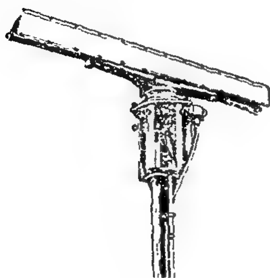
स्कैनर यूनिट
पावर यूनिट
प्रेषाभिग्राही
प्रदर्शन यूनिट



स्कैनर यूनिट में 6–10 फुट चौड़ा एक एरिअल होता है जो प्रति-मिनट 10–25 चक्कर लगाता है। इसमें एक गियर-बॉक्स होता है जो घूर्णन-क्रिया को नियंत्रित करता है। स्कैनर लघु-तरंग स्पंदों को प्रेषित और ग्रहण भी करता है। यह जहाज में बहुत ऊँचे स्थान पर लगाया जाता है।

रेडार-सेट का महत्वपूर्ण कार्य प्रेषाभिग्राही में प्रेषण और अभि-ग्रहण के बीच तालमेल रखना है। यह सब सेकंड के अत्यन्त सूक्ष्म अंश मे होने वाली 'ट्रिगर' क्रिया पर निर्भर करता है। इसकी आवश्यकता प्रयुक्त

तरंगों की वी.एच.एफ. (V.H.F. — Very High Frequencies) अर्थात् अति उच्च आवृत्तियों के विशेष अभिलक्षणों के कारण ही नहीं बल्कि संकेत (signal) भेजने और उसकी प्रतिध्वनि के लौटने के बीच के समय को ठीक-ठीक नापने के लिये भी है।



स्कैनर

प्रतिसेकंड 3-सेंटिमीटर तरंगों के लगभग 1000 स्पंद भेजे जाते हैं; वे एक तंग पुंज के रूप में एकत्रित किये जाते हैं। स्पंद-दर आवश्यकतानुसार बदली जा सकती है; कम दूरी पर स्पंद प्राप्त करने के लिये लघु स्पंद अधिक उपयुक्त होते हैं, लम्बे परास पर काम करने के लिये दीर्घ स्पंद ठीक रहते हैं।

प्रेषाभिग्राही का एक महत्वपूर्ण भाग मॉडुलक परिपथ (modulator circuit) है जो कभी-कभी स्कैनर के नीचे लगा रहता है।

इसका अभिप्राय बहुत छोटा स्पंद भेजना है जिसमें प्रेषित्र 1000 स्पंद प्रतिसेकंड की नियंत्रित दर पर ठीक-ठीक $\frac{1}{10000000}$ सेकंड तक ही दोलन करे।

प्रेषित्र वाल्व तथाकथित मैग्नेट्रॉन होता है। यह बहुत छोटा वाल्व होता है जो इन अत्यन्त लघु स्पंदों को बहुत कम तरंग-दैर्घ्य पर भेज सकता है। यह शीघ्र और ठीक-ठीक चालू होता एवं रुकता है और अत्यन्त छोटे अन्तरालों पर प्रेषण और ग्रहण करने के लिये आवश्यक है।

जब प्रेपित्र स्पंद भेजता है तो एरिअल से अभिग्राही का सम्बन्ध टूट जाता है।

ज्यों ही प्रेपित्र रुकता है अभिग्राही का सम्बन्ध जुड़ जाता है और वह वापिस आने वाली प्रतिध्वनि को 'सुनता' है। एरिअल-बीम की लपेट (sweep) में स्थित्त वस्तुओं से लौटने वाली प्रतिध्वनियों को स्कैनर का निचला भाग पिकअप करता है और प्रेपाभिग्राही यूनिट में जाने से पहले उनका प्रवर्धन हो जाता है। उपस्कर का यह सबसे अधिक महत्वपूर्ण भाग एक सहत धातु के बक्स में रहता है। उसका एक हिस्सा वी.एच.एफ. स्पंदों को उत्पन्न करता है और दूसरा हिस्सा लौटने वाले प्रतिध्वनि-संकेतों को प्राप्त कर उनका प्रवर्धन करता है।

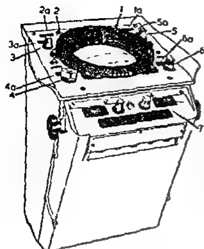
इसके अतिरिक्त एक 'ट्रिगर' युक्ति होती है जो प्रेपित्र-स्पंद का, पी.पी.आई. में मौजूद परिपथ के साथ तुल्यकालन करती (समय मिलाती) है।

पावर यूनिट उपकरण के लिये आवश्यक विशेप वोल्टता पर पावर सप्लाई करता है। उसमें एक मोटर प्रत्यावर्तित्र होता है जो उष्ण-कटिबन्धीय जलवायु में भी बिना किसी विशेप देखरेख के बहुत समय तक काम कर सकता है।

प्रदर्शन यूनिट उपस्कर का वह भाग है जिसमे पी.पी.आई. रहता है। प्रचालक के लिये यह रेडार का 'सम्मुख भाग' होता है। प्रदर्शन यूनिट में प्रायः वे सब कण्ट्रोल होते हैं जो पूरे रेडार-उपस्कर के प्रचालन के लिये आवश्यक रहते है।

बक्स या कनमोल के अन्दर, जिसमें कैथोड-किरण नली होती है, दो कुण्डलियां भी होती हैं जो नली में इलेक्ट्रॉनों के साथ उसी तरह की क्रिया करती हैं जैसी प्रकाशिक लैंस प्रकाश के किरणपुंजों पर करते है।

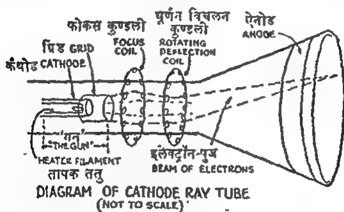
ये दोनों कुण्डलियाँ नली की गर्दन को घेरे रहती है। उनमें एक 'फोकस कुण्डली' होती है जिसके सामने के फलक पर एक नियंत्रक घुण्डी होती है जो चित्र की तीव्रता को मालूम करती है। दूसरी 'विचलन कुण्डली' होती है जो पर्दे पर 'ब्लॉबों' का परिक्रामी ट्रेस (दीप्ति रेखा) उत्पन्न करती है।



प्रदर्शन यूनिट

1 और 1a, रेडार को खोलने और बन्द करने का स्विच और सूचक। 2 और 2a, स्कैनर को खोलने और बन्द करने का स्विच और सूचक। 3 और 3a, समस्वरण कण्ट्रोल और सूचक। 4 और 4a, प्रापत्-कालिक/प्रेषण स्पद दैर्घ्य स्विच और सूचक। 5 और 5a, कण्ट्रोल और सूचक। 6 और 6a, समुद्र कोलाहल कण्ट्रोल और सूचक। 7, प्रदर्शन प्रचालन कण्ट्रोल।

सामान्य तौर पर बिजली के मोटर द्वारा स्कैनर के साथ कुण्डली और ट्रेस दोनों घूमते हैं। इसलिये वह हमेशा उस दिशा की ओर संकेत करता है जहाँ से प्रतिध्वनियाँ प्राप्त होती है अर्थात् वह वस्तुओं के दिक्‌मान को बतलाता है।



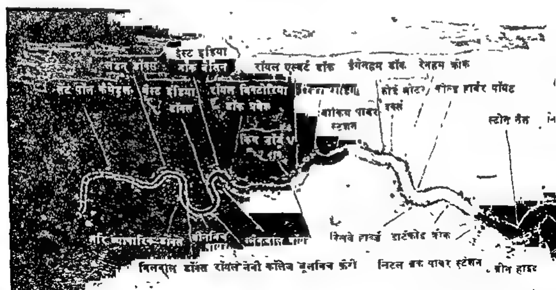
कैथोड-किरण नली का चित्र

वास्तव में ट्रेस उन प्रकाश-बिन्दुओं की माला होती है जो एक हजार प्रतिसेकंड की दर से केन्द से स्केल के परिमाप (perimeter) तक जाते हैं। प्रत्येक प्रकाश-बिन्दु को अपनी यात्रा में सेकंड के दस लाखवाँ हिस्से से भी बहुत कम समय लगता है। इस ट्रेस को पी.पी.आई. का 'टाइम-बेस' (time-base) कहते हैं।

प्रत्येक ट्रेस ठीक उसी क्षण आरम्भ होता है जब रेडार-ऊर्जा का स्पद भेजा जाता है। जब स्पंद के मार्ग में किसी वस्तु से प्रतिध्वनि प्राप्त होती है तो कैथोड से इलेक्ट्रॉन-धारा मुक्त होती है। यह आरम्भ-स्थल (नली का मध्य) से निश्चित दूरी पर ट्रेस को दीप्त करता है जो रेडार-स्पंद के वस्तु तक जाने और वापिस लौटने में लगे समय के अनुरूप होता है। इस प्रकार परास नापा जा सकता है।

पर्दे पर प्रतिदीप्तिशील लेप के कारण चमकीला 'ग्लॉव' ट्रेस के आगे बढ़ जाने के बाद भी कुछ सेकंडों तक बना रहता है। वह धीरे-धीरे हल्का पड़ता जाता है और अगले परिक्रमण में उसी वस्तु से अधिक प्रतिध्वनियाँ आती हैं और उसे चमकीला कर देती हैं।

चमक, फ़ोकस, गेन (gain), परास-चयन, परास-मार्किंग, स्केल-प्रदीप्ति, ऑन और ऑफ़ के लिये अनेक नियंत्रक होते हैं। नली के विद्युत्-केन्द्र को नली के किसी अन्य भाग में स्थानान्तर करने के लिये प्रदर्शन यूनिटों में विशेष 'ऑफ़ सेंटरिंग' युक्ति होती है जिससे नली का पूरा क्षेत्र स्कैनर के सामने के दृश्य को प्रदर्शित करने के लिये इस्तेमाल किया जा सकता है। नली के चारों ओर टाइम-बेस घूमता है और वह स्कैनर की स्थिति को प्रदर्शित करता है।



टेम्स का रेडार-मानचि

प्रचालक तथाकथित अंशांकन वलयों का भी स्विच खोल सकता है। ये प्रकाश के चमकीले वलय होते है, जो किसी वस्तु की दूरी को एक ही दृष्टि में प्रदर्शित कर देते हैं और पर्दे पर इलेक्ट्रॉनों द्वारा उत्पन्न किये जाते हैं।

जहाज में लगे रेडार-सेट में एक 'मार्ग-चिन्हक' (heading marker) होता है जो जहाज के जाने की दिशा को बतलाता है। यह एक चमकीली स्थिर रेखा होती है जिसकी स्थिति जहाज के मार्ग के अनुसार बदली जा सकती है।

ऐसी पद्धतियाँ भी हैं जिनसे चित्र को कैथोड-किरण नली के एक सिरे के बजाय एक बहुत बड़े पर्दे पर प्रक्षिप्त किया जा सके। यह पर्दा ग्राउण्ड काँच (ground glass) का बना होता है और उस पर प्रतिदीप्त-शील पदार्थ का लेप रहता है। यह इलेक्ट्रॉन-पुज के संघट्टन के प्रभाव में अपनी पारदर्शकता की मात्रा को बदलता रहता है।

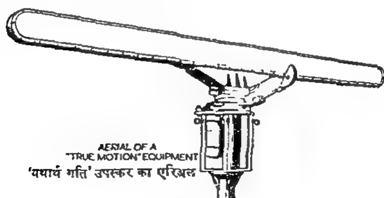
पी.पी.आई. के सामने बैठकर आप टाइम-बेस को प्रतिमिनट दस, बीस या अधिक बार घूमते हुए,देख सकते हैं। यह एक हल्की हरी चमक से निकट-वर्ती दृश्य के चित्र को द्युतिमान कर देता है और एक 'पश्चदीप्ति' छोड़ जाता है। यह पश्चदीप्ति टाइम-बेस के दुबारा आने तक बनी रहती है।

3 पी.पी.आई. चित्रों की चित्रकारी

यथार्थ गति रेडार

उन्नत प्रकार के रेडार-उपस्कर में, जिसे अधिकाधिक जहाज इस्तेमाल करते जा रहे है, विशेष शुद्धता रहती है : यह पास या दूर की स्थिर या चलायमान वस्तुओं और जहाज की आपेक्षिक गति ही नही बल्कि जहाज की 'वास्तविक' गति भी बतलाता है। आवश्यकतानुसार एक सेट के बजाय दूसरे सेट को चालू किया जा सकता है, अथवा पी.पी.आई. पर एकसाथ वास्तविक और आपेक्षिक गति दिखलाई जा सकती है। यथार्थ गति प्रदर्शन से प्रचालक को अपने ही जहाज की गति की तुलना में चलायमान और स्थिर वस्तुओं का ठीक-ठीक दृश्य मिल जाता है। यह एक महत्वपूर्ण बात है क्योंकि रूढ़ 'आपेक्षिक' रेडार-सेट से वह दूसरे जहाजों की वास्तविक चाल का शीघ्र पता नही लगा सकता है। कभी-कभी एक स्थिर बोया और छोटी-सी नाव मे भेद करना भी मुश्किल हो जाता है क्योंकि उसके अपने जहाज की तुलना मे बोया चलता हुआ-सा लगता है। यथार्थ गति रेडार की मदद से प्रचालक ऐसा भेद कर सकता है क्योंकि उसमें जहाज की अपनी चाल का हिसाब रहता है ; और जहाज की कुतुबनुमा से उसका स्वतः सम्बन्ध रहता है ताकि उसे जहाज के मार्ग का लगातार 'पता' लगता रहे।

फलस्वरूप सभी चलायमान वस्तुये पी.पी.आई. मे चलती हुई दिखलायी देती हैं और सभी स्थिर वस्तुये स्थिर दिखायी देती है। इससे त्रुटियाँ होने और टक्करों से बचने में पर्याप्त सहायता मिलती है।



AERIAL OF A "TRUE MOTION" EQUIPMENT
'यथार्थ गति' उपस्कर का एरिअल

बन्दरगाह रेडार

जहाज में लगा रेडार कैप्टनों और नौचालकों के लिये 'छठी ज्ञानेन्द्रिय' के समान होता है, किन्तु एक बड़े और भीड़भाड़ वाले बन्दरगाह में कुहरे की अवस्था में काम करने के लिये यह पूर्ण रूप से उपयुक्त नही होता है। बन्दरगाह रेडार इस कमी की पूर्ति कर देता है।

सबसे पहले बन्दरगाह रेडार लिवरपूल पोर्ट मे लगाया गया; किन्तु आजकल दुनिया के अधिकांश बड़े पोर्टो में या तो बन्दरगाह रेडार लगा हुआ है अथवा उसे लगाने की तैयारी की जा रही है।

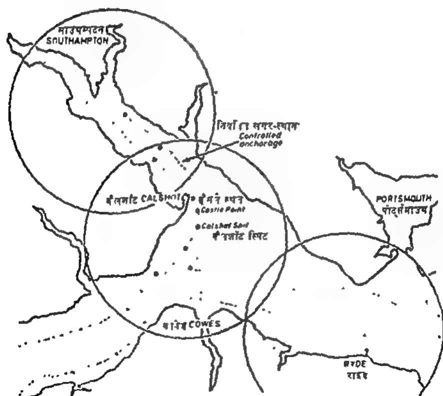
बन्दरगाह रेडार पद्धति के तीन मुख अवयव होते हैं : पहला स्कैनर, जिसे उस सारे क्षेत्र की 'देखरेख' करनी होती है जिसके लिये उसे लगाया गया हो; दूसरा प्रेपित्र/अभिग्राही, जिसे एरिअल के नजदीक होना चाहिये; तीसरा प्रदर्शन-तंत्र, जो एरिअल से किसी भी दूरी पर हो सकता है। अनेक बन्दरगाह इतने बड़े और जटिल होते हैं कि उनके लिये एक तंत्र पर्याप्त नही होता है, इसलिये उनमें अनेक तंत्र लगे होते हैं और प्रत्येक तंत्र का पृथक् एरिअल होता है। उदाहरण के लिये हैम्बर्ग में पांच तंत्र लगे है, और वे सभी ब्रिटेन में बने है।

यदि रेडार-युक्त कोई जहाज कुहरे की अवस्था में नदी में कुछ मील अन्दर बने एक बहुत बड़े बन्दरगाह मे जाने की कोशिश कर रहा हो तो उसे, नदी के मुहाने और पोर्ट के बीच, चैनल में जाने से पहले रुकना पड़ेगा। जहाज में लगा रेडार इस बात की विशेष जानकारी नही दे सकता है कि चैनल के दूसरे सिरे पर क्या है और यदि नदी में मोड़ हो तो वह कुछ भी नहीं बता सकता है क्योंकि रेडार भी मोड़ के आगे नही देख सकता है। इसलिये पहले जहाज का मालिक समुद्र-तट के अधिकारियों से रेडियो-टेलीफ़ोन पर बात करता है और चैनल में जहाज़ चलाने की परिस्थिति पर सलाह और सूचना मागता है। उसके बाद जैसे-जैसे वह बन्दरगाह की ओर बढ़ता है उसे लगातार सूचना और निर्देशन प्राप्त होता रहता है। बन्दरगाह की ओर जाते समय उसका उन अधिकारियों के साथ लगातार सम्पर्क बना रहता है जो पोर्ट में अपने प्रदर्शन कनसोलों को देखते रहते हैं और उसके जहाज की प्रगति की जांच-पड़ताल करते रहते हैं ; किन्तु उसकी गति

पर कोई नियंत्रण नहीं रखा जाता है और जहाज के संचालन के लिये वह स्वयं जिम्मेदार होता है।

नीचे रेडियो-टेलीफोन सन्देशों के लॉग से संक्षिप्त उद्धरण दिया गया है। सन्देशों का यह आदान-प्रदान साउथम्पटन बन्दरगाह में लगे रेडार-केन्द्र कैलशॉट रेडियो और पोर्ट-क्षेत्र में प्रवेश करने वाले एक यात्री-जहाज के बीच आपस में हुआ था। इससे अनुमान लगता है कि संचार-कार्य किस प्रकार होता है :

जहाज कैलशॉट से—चैनल 16 पर कैलशॉट से सम्पर्क करना है।
कैलशॉट जहाज से—कृपया चैनल 12 पर सम्पर्क करें।



साउथम्पटन पर मुख्य प्रदर्शन-क्षेत्र

जहाज कैलशॉट से—राइड मिडल के उत्तर से आगे बढ रहा हूं। आपकी दृश्यता क्या है और किन-किन गतियों का मुझ पर असर पड़ रहा है?

कैलशॉट जहाज से—कैलशॉट स्टेशन की दृश्यता लगभग $1\frac{1}{2}$ मील है। किसी भी गति का आप पर असर नहीं पड़ रहा है।

जहाज कैलशॉट से—रोजर, गोदियों पर आपकी दृश्यता क्या है?

कैलशॉट जहाज से—रुकिये, मालूम करता हूं······साउथम्पटन गोदियों की दृश्यता 50 से 100 गज है।

जहाज कैलशॉट से—हम आगे बढ़ेंगे और देखेंगे कि स्थिति कैसी है।

कैलशॉट जहाज से—रोजर, आपकी सूचना के लिये यह बता दूँ कि नियंत्रित लंगर-स्थान खाली है।

★ ★ ★

जहाज (कैलशॉट स्पिट लाइट जलयान का चक्कर लगाते हुए) कैलशॉट से— आप हमें कैसा देख रहे हैं?

कैलशॉट जहाज से—आप चैनल के बीच में हैं। गोदी से मालूम हुआ है कि दृश्यता 200 से 300 गज है।

जहाज कैलशॉट से—क्या मैं चैनल के दाईं ओर हूं?

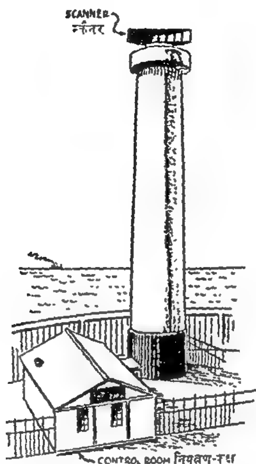
कैलशॉट जहाज से—आप मध्य चैनल की ओर बढ़ रहे हैं, अभी आप सीधे रास्ते पर नहीं हैं।

जहाज कैलशॉट से—अब मध्य चैनल की ओर बढ़ रहे हैं······।

कैलशॉट जहाज से—अब आप बीच की रेखा को पार कर रहे हैं।·· लगता है आप बीच की रेखा पर सीधे चल रहे हैं। आप कैसल प्वायंट बोया से होते हुए पोर्ट की ओर जा रहे हैं·····।

इस प्रकार जहाज के लंगर-स्थान पर पहुँचने तक संवाद होता रहता है।

लिवरपूल का बन्दरगाह पर्यवेक्षण रेडार

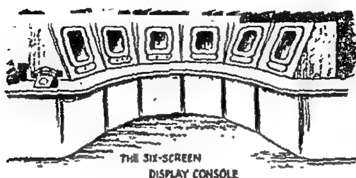


आइये, अब यह मालूम करें कि लिवरपूल के 'बन्दरगाह पर्यवेक्षण रेडार' का परिचालन-केन्द्र कैसा दिखाई देता है।

ग्लैडस्टोन गोदी के उत्तर-पश्चिमी कोने में 80 फुट ऊंचे टावर के ऊपर एक बहुत बड़ा घूमने वाला स्कैनर खड़ा है। ग्लैडस्टोन गोदी लिवर-पूल के पोर्ट-क्षेत्र के समुद्र की ओर के कोने पर स्थित है।

इस स्थान से स्कैनर को बिना किसी रोक-टोक के पूरी खाड़ी का और मर्सी से आगे काफ़ी दूर तक का दृश्य मिल जाता है।

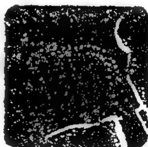
यह 10 परिक्रमण प्रतिमिनट के हिसाब से घूमता है।



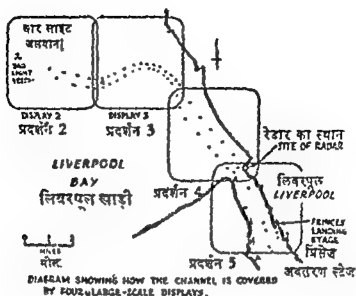
छः पर्दों वाला प्रदर्शन कनसोल

टावर की नींव के पास एक इमारत है जिसमें प्रेषित्र और अभिग्राही रखे हैं; इमारत के अन्दर नियन्त्रण-कक्ष है जिसमें 'प्रदर्शन कनसोल' रखा है। उसमें 6 पी.पी.आई. पर्दे है जिनमें से प्रत्येक का व्यास 15-इंच है।

पहले पर्दे में छोटे पैमाने पर पूरी लिवरपूल खाड़ी का यथार्थ दृश्य दिखाई देता है


FIRST SCREEN SHOWS SMALL TRUE-SCALE PLAN VIEW OF THE WHOLE OF LIVERPOOL BAY

एक पर्दे पर छोटे पैमाने पर पूरी लिवरपूल खाड़ी का यथार्थ दृश्य दिखाई देता है जिसका सामान्य अधिकतम परास 13 मील है; किन्तु इच्छानुसार प्रचालक प्रदर्शन के द्वारा समुद्र की ओर 20 मील के अधिकतम परास तक का दृश्य प्राप्त कर सकता है।



आरेख में दिखाया गया है कि किस प्रकार चैनल में चार बड़े प्रदर्शन फैले हुए हैं।

अगले चार प्रदर्शन नौपरिवहन चैनल का 'निकटवर्ती' दृश्य प्रस्तुत करते हैं जो किसी विकृति के बिना वास्तविक नक्शे के रूप में सही चित्र प्रदर्शित करते हैं।

चैनल के चार सैक्टर आंशिक रूप से एक-दूसरे पर अतिव्याप्त रहते हैं। प्रत्येक सैक्टर में चैनल के उस भाग का पारदर्शक चार्ट रहता है जिसे वह अपने सामने प्रदर्शित करता है। उसमें सभी बोया और अन्य संचालन-संकेत हरे रंग में निदिष्ट रहते हैं ताकि जब चार्ट को प्रकाशित किया जाय तो पर्दे पर प्रतिध्वनियाँ शीघ्र और निश्चित रूप से पहचानी जा सकें। इस प्रकार किसी भी जहाज की स्थिति यथाशीघ्र मालूम की जा सकती है।

छठा पर्दा 'परिभ्रामी प्रदर्शन' कहलाता है क्योंकि वह प्रचालक की इच्छानुसार लिवरपूल खाड़ी के किसी भी भाग का चित्र बड़े पैमाने पर प्रस्तुत करता है। उसे 22 भिन्न-भिन्न स्थितियों पर स्विच किया जा सकता है। यह उन क्षेत्रों में उपयोगी रहता है जहाँ भीड़भाड़ बहुत अधिक हो अथवा कोई 'निकटवर्ती' प्रदर्शन खराब हो जाय।

अन्य पोर्टों पर उनकी भौगोलिक स्थिति और उपस्कर द्वारा किये जाने वाले अनेक कार्यों के अनुसार समुद्र-तट पर स्थित विभिन्न प्रकार

के रेडार होते हैं।

छः पर्दों से प्राप्त सूचना, नियंत्रण-कक्ष से विशेष टेलीफ़ोन द्वारा रॉयल लीवर बिल्डिंग में स्थित समुद्री सर्वेक्षक कार्यालय में भेजी जाती है, किन्तु खराब मौसम में पोर्ट में आने वाले या पोर्ट से जाने वाले जहाज़ों के मालिकों और पायलटों को वह सम्पूर्ण सूचना दे दी जाती है जो उन्हें सीधे रेडार-नियंत्रण-कक्ष से मिलनी चाहिये।

पहले घने कुहरे के कारण बड़े और भीड़भाड़ वाले पोर्ट में सभी काम पूरी तरह रुक जाते थे।

आजकल रेडार की मदद से जहाज सामान्य रूप से काम करते रहते हैं। यह अनुमान नहीं लगाया जा सकता कि आर्थिक दृष्टि से इसका क्या अभिप्राय है; किन्तु एक घंटे की देर से एक ज्वारभाटा की हानि हो सकती है जिससे एक सामान्य जहाजको सैकड़ों पौण्ड की—और बड़े जहाज को कई हज़ार पौण्ड की हानि हो सकती है।

टैंकरों को घाट लगाने में देर करने से विशेष खर्च बैठता है। लन्दन के पोर्ट टेम्स हैवन में, जो दुनिया का सबसे बड़ा तेल-बन्दरगाह है, ऐसा उपस्कर लगाया गया है जिससे टैंकर के कैप्टनों और पायलटों को तुरन्त सूचना मिल जाती है जिसे वे कुहरे के कारण स्वयं प्राप्त नहीं कर सकते हैं। इस विशेष बन्दरगाह रेडार-संस्थापन में एक शीघ्र चित्र तैयार करने वाला फ़िल्म-कैमरा होता है, जो रेडार-पर्दों के बार-बार चित्र लेकर उन्हें शीघ्र डेवलप करता, फ़िक्स करता, धोता और सुखाता है। यह काम इतनी जल्दी होता है कि वे चित्र आठ सेकंड से भी कम समय में प्रक्षेपण के लिये तैयार हो जाते हैं। प्रत्येक क्रमिक चित्र एक मानक नौअधिकरण चार्ट (Admiralty Chart) पर अध्यारोपित बड़े चमकीले प्रदर्शन के रूप में प्रकट होता है जिसे कई लोग एकसाथ देख सकते हैं; गोदी के अधिकारियों द्वारा जहाजों की स्थिति, चाल और दिशा के बारे में सूचना चार्ट से पढ़ी जा सकती है और आने वाले टैंकरों की प्रगति मालूम कर लंगर-स्थान की ओर उनका मार्ग-दर्शन किया जा सकता है। यह भी अत्यन्त महत्वपूर्ण बात है कि प्रक्षिप्त चित्र से प्राप्त सूचना किसी भी इच्छुक जहाज को भेजी जा सकती है।

बन्दरगाह में आने-जाने वाले जहाजों की सुरक्षा को निश्चित बनाने के अतिरिक्त समुद्र-तट पर स्थित रेडार अनेक कार्य कर सकता है। यह भी

नौचालन-चिन्हों को बनाये रखने और स्थिर रखने में बन्दरगाह के अधिकारियों की सहायता करता है। यह एक जटिल और खर्चीला कार्य माना जाता था। समुद्-तट पर स्थित रेडार का उपयोग, ऐसी गतियों को शीघ्र और ठीक-ठीक रोकने में हो सकता है। पी.पी.आई. पर वोया, प्रकाश के छोटे-छोटे पिन-शीर्षों के समान, दिखाये गये हैं। वोयाओं अथवा दीप-नौकाओं का विस्थापन शीघ्र मालूम किया जा सकता है और नौपरिवहन पर न्यूनतम खतरे के साथ चिन्हक की नई स्थिति का पता लग जाता है। छोटे जहाजों और वोयाओं में स्पष्ट रूप से भेद किया जा सकता है और लक्ष्य के पीछे लाक्षणिक धूमकेतु के समान पूछ से पता लग जाता है कि वह चल रहा है; साथ ही यह भी मालूम हो जाता है कि वह किस मार्ग को अपना रहा है। दो या तीन हजार टन का जहाज इतना स्पष्ट दिखाई देता है कि उसके अगले और पिछले भाग में भेद किया जा सकता है।

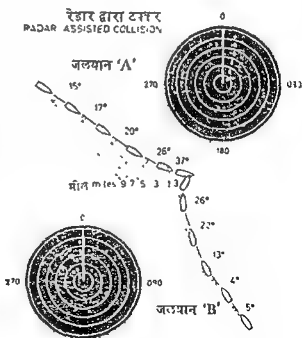


टेम्स के मुहाने पर गैरिसन केन्द्र पर लिया गया पी.पी.आई. चित्रों का क्रम। इन चित्रों में 35 000-टन वाले टैंकर की प्रगति की विभिन्न अवस्थायें दिखाई गई हैं। यह टैंकर समुद्र की ओर से आइल ऑफ़ ग्रेन के तेल-टर्मिनल पर घाट की तरफ प्रवेश कर रहा है।

1. एक टैंकर मिडवे ऐप्रोच चैनल में प्रवेश करने वाला है; दो तटपोत चैनल में विद्यमान हैं। 2 टैंकर चैनल में है; प्रमुख तटपोत गैरिसन केन्द्र का चक्कर लगा रहा है। 3. टैंकर गैरिसन केन्द्र का चक्कर लगा रहा है; पायलट-नौका पोर्ट के समीप आ रही है और रस्से पीछे की ओर हटते जा रहे हैं। बाहर की ओर जाने वाला तटपोत चित्र के मध्य में है। 4 टैंकर घाट के नजदीक आता है, बाईं ओर बीच में; बाहर को जानेवाला तटपोत गैरिसन केन्द्र पर पहुंचता है।

इसके बावजूद समुद्र में टक्कर क्यों हो जाती है ? एक कारण यह है कि जहाजों के ऊपर रेडार-एरिअल के होने से कैप्टनों के मन में आवश्यकता से अधिक सुरक्षा की भावना आ जाती है और उसकी स्थापना से पहले वे जितने सावधान रहते थे अब उससे कम सावधान रहने लगे हैं यह जमीन पर असावधानी के साथ गाड़ी चलाने के समान है। रेडार हो या न हो नौचालन के नियमों का अब भी पालन करना पड़ता है।

कभी-कभी रेडार से टक्कर भी हो जाती है वास्तव में यदि रेडार का अत्यन्त सावधानी के साथ प्रचालन न किया जाय तो उसमें दुर्घटनायें भी हो सकती हैं। हो सकता है कि दो जहाज ठीक आमने-सामने से एक-दूसरे की ओर आ रहे हों किन्तु उन्हें ऐसा लगे कि वे एक-दूसरे से बच रहे हैं। आरेख में वैसा आने वाला रेडार-'ब्लिप' (blip) दिखाया गया है जैसा प्रत्येक नौचालक अपने पी.पी.आई. पर देखेगा। जब जलयान B जलयान A को पोर्ट के अगवाड़े की ओर आता हुआ देखता है तो परम्परागत तरीके से अपनी लाल रोशनी दिखाने के लिये सीधे हाथ की ओर मुड़ता है। दूसरी ओर जलयान A यह निष्कर्ष निकालता है कि वह सीधे हाथ की ओर मुड़ता चला जायेगा ताकि उनके आपस की दूरी बढ़ जाय। किन्तु वास्तव में A, B से टकरा जाता है।



रेडार-प्रचालन में निहित इन खतरों का हाल के वर्षों में ही पता लगा है। उनसे मालूम होता है कि अत्यन्त सक्षम उपस्कर के साथ भी मनुष्य को हमेशा सजग रहना चाहिये।

रेडार प्रत्येक काम में उपयोगी

महासागर के मध्य किसी लाइनर में सवार यात्री के रूप में शायद आपको इस बात का पता न चले कि उसमें रेडार लगा है; किन्तु यदि आप किसी कुहरे वाले दिन, जब तेज ठण्ड पड़ रही हो, आइल ऑफ़ वाइट में राइड पीर पर उन खिन्न लोगों में से हों जो कुहरे के हटने और पोर्ट्स-माउथ नाव के आने की इन्तज़ार में हों तो आप समझेंगे कि रेडार की 'मायाक्षि' कितना अच्छा वरदान हो सकती है। अब पोर्ट्समाउथ-राइड सर्विस पर कुहरे के कारण तट पर रुके रहना बहुत पुरानी बात हो गई है।

सप्ताहान्त के दिनों में चैनल में समुद्र भ्रमण करने अथवा साउथएण्ड और मार्गेट की दिन में यात्रा करते समय किसी स्टीमर पर आप रेडार देख सकते हैं। आप अपने-आपको डच मोटर-जलयान कोनिनजन जुलिआना में सवार पा सकते हैं जो दुनिया का सबसे अधिक सुन्दर और आधुनिकतम फ़ैरी जहाज है। यह शेल्ट एस्चुअरी के आर-पार फ्लशिंग और ब्रेस्केन्स के बीच चलता है। गर्मियों में भीड़भाड़ के दिन यह यात्रियों और 1200 तक कारें ले जाता है। यह मोटर-जलयान दो सिरों और दो पुलों वाला है ताकि एक स्थान से दूसरे स्थान को यात्रा करते समय उसे मुड़ना न पड़े। दो चाक-घरों में दो पी॰पी॰आई॰ प्रदर्शन फ़िट हैं। रिले-पद्धति के कारण एक यूनिट के स्थान पर दूसरे यूनिट को आसानी से आरम्भ किया जा सकता है।

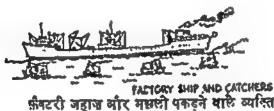


KONINGEN JULIANA
कोनिनजन जुलिआना

राइन नदी पर भाड़ा और यात्री परिवहन मुख्यतः सुबह नौ बजे से सायं पांच बजे के बीच होता था क्योंकि अन्धेरे में जलयानों से भरी नदी को पार करना कठिन और खतरनाक रहता था; अब रेडार की मदद से नदी में चौबीसों घंटे जहाज चलते हैं।

सामान्य रूप से, स्कैनर, जहाज़ के पुल के ऊपर एक विशेष गस्तूल पर आरूढ़ रहता है; रेडार की छड़ प्रतिमिनट 20 बार जहाज़ के चारों ओर चक्कर लगाती है। प्रत्येक बार छड़ जहाज़ के अगले भाग से गुज़रती है तो कैथोड-किरण नली में अतिरिक्त संकेत मिलता है; यह संकेत प्रकाश की पतली रेखा के रूप मे होता है। इस प्रकार रेडार-प्रचालक को जहाज़ के अगले भाग की दिशा मालूम हो जाती है। तदनुसार वह पी.पी.आई. के चारों ओर अपने बेयरिंग-स्केल को ठीक कर सकता है ताकि शीर्षक-रेखा 0° पर दिखाई दे, और पर्दे पर दिखाई देने वाली वस्तुओं के बेयरिंग को जहाज़ की तुलना में उनके स्थान पर 'पढ़ा' जा सके; अथवा वह जहाज़ के जाइरो दिक्सूचक द्वारा बेयरिंग-स्केल को स्वतः ही समंजित होने देता है ताकि 0° हमेशा उत्तर दिशा में रहे तथा शीर्षक-रेखा और पर्दे पर अन्य वस्तुयें उनकी अपेक्षा उत्तर की ओर दिखाई दें।

रेडार व्हेल का शिकार करने वालों की मदद करता है।


FACTORY SHIP AND CATCHERS
फ़ैक्टरी जहाज़ और मछली पकड़ने वाले व्यक्ति

ह्वेल पकड़ने वाले बेड़े में कुछ फ़ैक्टरी जहाज होते हैं और प्रत्येक जहाज़ में 10 'कैचर' (Catcher) अर्थात् मछली पकड़ने वाले होते हैं।

कैचर का काम ह्वेल का शिकार करना है। प्रत्येक ह्वेल को मारने के बाद, उसमें हवा भर दी जाती है और संकेत के लिये उस पर एक झण्डा लगाकर उसे तैरता हुआ छोड़ दिया जाता है। इसके बाद फ़ैक्टरी जहाज के लिये एक रेडियो-संदेश भेज दिया जाता है। फ़ैक्टरी जहाज़ ह्वेल की देखरेख के लिये एक पिक-अप नाव भेज देता है, जो उसे खींचकर


CATCHER MAKING KILL
कैचर ह्वेल का शिकार कर रहा है

ले आती है। कैचर दूसरी मछली की तलाश में निकल जाता है।

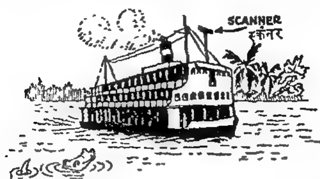
मरी हुई मछली को आसानी से ढूंढ़ने के लिये, भले ही चिह्नक झण्डे लगा दिये जाय या संकेत-प्रकाश का उपयोग किया जाय या उसे किसी विशेष आकार के हिमशैल के पास छोड़ दिया जाय फिर भी बहुधा कुहरे और धुन्ध के मौसम में महासागर में आधी डूबी ह्वेल को ढूंढ़ना आसान काम नहीं होता है। वास्तविक सहायता केवल रेडार से मिलती है। यह धुन्ध और अन्धेरे में 'चिह्नक' हिमशैल से आने वाले परावर्तनों को पिक-अप कर कुछ दूरी पर ह्वेल को भी ढूढ़ लेता है।

सबसे उत्तम तरीका यह है कि मरी हुई ह्वेल पर एक विशेष परावर्तक लगा दिया जाय। यह परावर्तक रेडार-प्रतिध्वनि को अधिक शक्तिशाली बना देता है, ताकि उसे 5 मील या उससे भी अधिक दूरी से पिक-अप किया जा सके।


फैक्टरी जहाज पर लगा रेडार, हवा-भरी मृत ह्वेल पर लगे परावर्तक का पता लगा रहा है

अपने संवहन जालों का मार्ग मालूम करने और उन्हें फंसने से बचाने के लिये उत्तरी समुद्रों में हैरिंग मछुओं ने भी रेडार का इस्तेमाल आरम्भ कर दिया है। ये जाल दो मील तक लम्बे होते है। जब इन जालों को 'शॉट' किया जाता है तो कुछ-कुछ दूरी में जाल-सहायक प्लवों पर रेडार-परावर्तन चिह्नक रख दिये जाते है।

रेडार कांगो नदी में नौचालन में मदद करता है



कांगो स्टीमर 'लवजमवर्ग' जिसमें जल-रेखा से 40 फुट ऊपर स्कैनर लगा है।

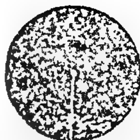
कांगो पर स्टीमर वैसे ही दिखाई देते हैं जैसे मार्क ट्वेन के समय में मिसीसिपी में नावें दिखाई देती थीं : उनके पेंदे चपटे होते है और उनकी ऊंची तीन डेक वाली आधिरचना होती है— वे पहियों से चलते हैं। इस उथली नदी पर विश्वास नहीं किया जा सकता है और उसके लिये यह सबसे अधिक व्यावहारिक परिवहन है। इन जहाजों में ईंधन के रूप में लकडी जलायी जाती है। ये जहाज सूर्योदय के एक घंटा पहले से सूर्यास्त के एक घंटा बाद तक चलते है और उसके बाद बांध दिये जाते है क्योंकि अभी तक रात को यात्रा करने का अर्थ होता था परेशानी में पडना : यहाँ तक कि दिन में भी कर्णधार (helmsman) की सतर्क और अभ्यस्त आँखें ही रेतीले किनारे पर पानी की 'दौड़' का पता लगा सकती हैं।

आज लवजमवर्ग कांगो में सबसे अधिक 'आरामदायक जहाज' है। उसमें विभिन्न परास-स्केलों वाला रेडार-सेट लगा है। इस काम के लिये सबसे अधिक महत्वपूर्ण 'क्लोज-अप' आधा मील परास है। इसकी मदद से रात में भी यात्रा की जा सकती है क्योंकि इसमे छोटे-छोटे पीपा-बोयाओं को देखा जा सकता है जो मात्र नौचालन-चिह्न होते है; यहां तक कि उन्हें दिन में भी खाली आँखों से देखना कठिन होता है क्योंकि वे, पानी में तैरती हुई, घास से ढंक जाते हैं।

अफ्रीका के इस भाग में नदियाँ परिवहन का प्रमुख साधन है। उनके बिना व्यापार नही हो सकता है और व्यापार न होने से उस देश का वैसा ही हाल हो जाता जैसा स्टैन्ले और लिविंगस्टोन ने पाया था। इस कार्य के संचालन में रेडार अत्यन्त सहायता कर रहा है।

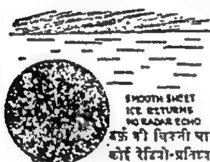
तैरने वालों के साथ चलने वाली प्रत्येक नाव रेडार-सज्जित जहाज के पांच या दस मील परास वाले पर्दे पर स्पष्ट दिखाई देती है।

यदि रेडार-सज्जित नावें कठिनाइयों में पड़े तैरने वालों, जहाजों अथवा रक्षा-नौकाओं के आसपास हों तो बचाव-कार्य के लिये इसी तकनीक को इस्तेमाल किया जाता है।



रेडार पर्दे पर चैनल दौड़ का आरम्भ
प्रत्येक की स्थिति का पता उसके साथ की नाव से आनेवाली प्रतिध्वनि से मालूम होता है।

बर्फ में नौचालन के समय रेडार का उपयोग आसान नहीं होता है



बर्फ की चिकनी चादर कोई रेडियो-प्रतिध्वनि नही लौटाती है।

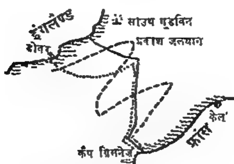
अत्यन्त ठण्डे मौसम में स्कैनर 'जम' जाता है; किन्तु बर्फ का प्रभाव समाप्त होने पर यह फिर से सन्तोषपूर्वक घूमने लगता है।

समतल और शान्त समुद्र की भांति बर्फ की चिकनी चादर भी रेडार की प्रतिध्वनियों को नही लौटाती है; किन्तु यदि जहाज के चलने से बर्फ कट जाय तो इस प्रकार बनने वाला मार्ग पर्दे पर दिखाई देता है, भले ही जहाज द्वारा कटने के बाद रास्ते पर बर्फ फिर से जम जाय।

टूटी और फिर से जमी बर्फ शक्तिशाली प्रतिध्वनियों को लौटा देती है ...कि बर्फ की सिल्लियां एक-दूसरे के ऊपर जमा हो जाती हैं। ... पर्दे पर यह भारी समुद्री 'क्लटर' (जमघट) जैसा दिखाई ...न्तु प्रतिध्वनियां उसी सापेक्ष स्थिति पर रहेंगी, जबकि भारी ...ने वाली प्रतिध्वनियों में गति होती रहती है।

...लों के कारण उत्तरी अटलांटिक महासागर में जहाज चलाना ... है। वहां रेडार द्वारा हिमशैलों का पता नही लगाया जा ...बार हिमशैल अस्पष्ट रूप में आंखों से दिखाई देते हैं किन्तु ... प्रतिध्वनि नही आती है।

रेडार चैनल में तैरने वालों की भी मदद करता है



THREE TYPICAL TRACKS PLOTTED BY RADAR.
रेडार द्वारा आरेखित तीन विशेष मार्ग

हाल के वर्षों में चैनल पार करने में रेडार-जहाजों ने इलेक्ट्रॉनिकी शीप-डॉग (भेड़ों की रखवाली करने वाले कुत्ते) की भांति काम किया है और वे दिन-रात पूरे क्षेत्र की देखरेख करते हैं।

चार्ट में देखने से 21 मील चैनल को सीधे पार करना बहुत आसान लगता है किन्तु वास्तव में यह उतना आसान नहीं है।

बदलते हुए ज्वारभाटों और धाराओं की सहायता प्राप्त करने के लिये समय और स्थिति का ठीक-ठीक ध्यान रखना आवश्यक है।

फ्रांस के समुद्र-तट से रवाना होकर तैराक 3 घंटे तक पश्चिम की ओर जाने वाले ज्वारभाटे का लाभ उठाता है। यदि वह अपने कार्य में सफल रहे तो ज्वारभाटे के लौटने का भी लाभ उठाने की स्थिति में रहेगा जो उत्तर-पूर्वी दिशा में बहने लगता है। तत्पश्चात् उसे ठीक समय पर साउथ गुडविन्स प्रकाश-जलयान के क्षेत्र में पहुंचना चाहिये जिससे वह फिर से पश्चिम की ओर जाने वाले ज्वारभाटे का लाभ उठा सके और उसे डोवर के नजदीक समुद्र-तट पर पहुंचने में सहायता मिले।

रेडार-सज्जित जहाज तैरने वालों और उनके साथ चलने वाली नावों का चक्कर लगाता रहता है, और उनके नजदीक आकर उन्हें उनकी स्थिति बतलाता है। बहुधा तेज बारिश में वस्तुयें कुछ ही गज तक दिखाई देती हैं और दल का बेयरिंग से सम्बन्ध टूट जाता है; किन्तु रेडार-सज्जित जहाज की तुरन्त सूचना देने से पुनः सम्बन्ध स्थापित हो जाता है और स्थिति का पता लग जाता है।

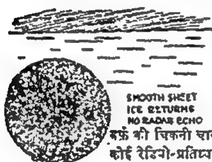
तैरने वालों के साथ चलने वाली प्रत्येक नाव रेडार-सज्जित जहाज के पांच या दस मील परास वाले पर्दे पर स्पष्ट दिखाई देती है।

यदि रेडार-सज्जित नावें कठिनाइयों में पड़े तैरने वालों, जहाज़ों अथवा रक्षा-नौकाओं के आसपास हों तो बचाव-कार्य के लिये इसी तकनीक को इस्तेमाल किया जाता है।



रेडार पर्दे पर धनत दौड़ का आरम्भ प्रत्येक की स्थिति का पता उसके साथ की नाव से आनेवाली प्रतिध्वनि से मालूम होता है।

बर्फ़ में नौचालन के समय रेडार का उपयोग आसान नहीं होता है



बर्फ़ की चिकनी चादर कोई रेडियो-प्रतिध्वनि नही लौटाती है।

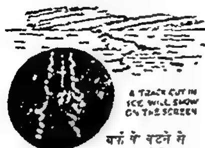
अत्यन्त ठण्डे मौसम में स्कैनर 'जम' जाता है; किन्तु बर्फ़ का प्रभाव समाप्त होने पर वह फिर से सन्तोषपूर्वक घूमने लगता है।

समतल और शान्त समुद्र की भांति बर्फ़ की चिकनी चादर भी रेडार की प्रतिध्वनियों को नही लौटाती है; किन्तु यदि जहाज के चलने से बर्फ़ कट जाय तो इस प्रकार बनने वाला मार्ग पर्दे पर दिखाई देता है, भले ही जहाज द्वारा कटने के बाद रास्ते पर बर्फ़ फिर से गिर जाय।

टूटी और फिर से जमी बर्फ़ शक्तिशाली प्रतिध्वनियों को लौटा देती है क्योंकि बर्फ़ की सिल्लियां एक-दूसरे के ऊपर जमा हो जाती हैं। पी.पी.आई. पर्दे पर यह भारी समुद्री 'क्लटर' (जमघट) जैसा दिखाई देगा; किन्तु प्रतिध्वनियां उसी सापेक्ष स्थिति पर रहेंगी, जबकि भारी समुद्रों से आने वाली प्रतिध्वनियों में गति होती रहती है।

हिमशैलों के कारण उत्तरी अटलांटिक महासागर में जहाज़ चलाना खतरनाक होता है। वहाँ रेडार द्वारा हिमशैलों का पता नहीं लगाया जा सकता है। कई बार हिमशैल अस्पष्ट रूप में आंखों से दिखाई देते हैं किन्तु रेडार में उनकी प्रतिध्वनि नही आती है।

इसका कारण यह है कि बहुधा हिमशैलों का अनियमित आकार होता है और उनकी सतह ढालू होती है; ये सतहें रेडार-छड़ को विचलित कर देती हैं। किन्तु जब हिमशैल का नियमित फलक किरणपुंज की ओर होता है तब उसे काफी दूरी से पहचाना जा सकता है। यह दूरी वायुमण्डलीय स्थितियों के अनुसार भिन्न होती है। इस कारण दक्षिणी ध्रुव में पाये जाने वाले हिमशैल, जो अपेक्षाकृत अधिक नियमित फलकों के बने होते है, उत्तरी अटलांटिक के हिमशैलों की अपेक्षा अधिक शीघ्रता से पहचाने जाते है। फिर भी 'अन्तर्राष्ट्रीय बर्फ़ चौकीदारी' (International Ice Patrol) के कार्य में रेडार का महत्वपूर्ण योगदान है जिसके कर्तक (काटने वाले) और भेदिये वायुयान 150,000 वर्गमील क्षेत्र में कार्य करते है।



बर्फ़ में कटने से बना मार्ग पर्दे पर दिखाई देगा।

किन्तु बर्फ़ रेडार-प्रचालक को भी पथभ्रष्ट कर सकती है : तटवर्ती रेखा के साथ जमी बर्फ़ की रचनाओं के कारण प्रचालक को समुद्र-तट के नाके के साथ प्रतिध्वनियों की तुलना करने में कठिनाई हो सकती है क्योंकि हो सकता है कि भूमि और बर्फ़ के बीच कोई विभाजक रेखा न हो। तैरती हुई बर्फ़ बोयाओं के ऊपर भी आ सकती है जिससे उन्हे न तो रेडार और न आँखें ही देख सकती है।



अनियमित आकार के हिमशैल रेडार-किरणपुंज को विचलित कर देते है।

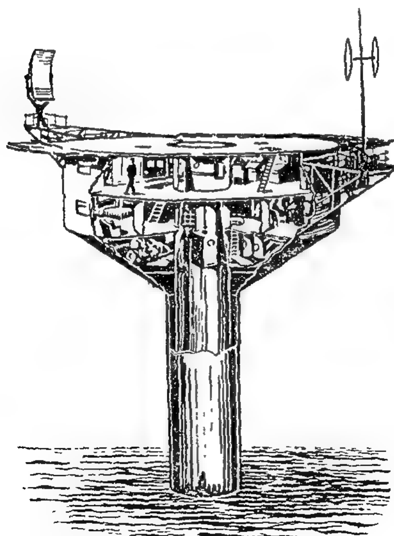
यदि जहाज के चारों ओर बर्फ हो तो उस परिस्थिति में नौचालन में रेडार से बहुत बडी मदद मिलती है। बिना टूटी बर्फ अधिक आसानी से वेध्य होती है जब कि दुबारा जमी बर्फ जहाज को रोक सकती है अथवा उसे बुरी तरह नष्ट कर सकती है।

दृश्यता केवल कुहरे के कारण ही नही घटती है। उदाहरणार्थ, उत्तरी अफ्रीका और फ़ारस की खाडी के रेतीले तटों के साथ-साथ भयंकर रेतीले तूफान का असर समुद्र में कई मील अन्दर तक पड़ता है। अनुभव के आधार

पर कहा जा सकता है कि रेडार पर रेतीले तूफान का असर नहीं होता और यदि दृश्यता आधा मील से कम हो तो रेडार प्रतिध्वनि-लक्ष्यों को पकड़ लेता है।

समुद्री स्टेशन

भविष्य में रेडार की तकनीकों का एक अन्य रोमांचकारी उपयोग हो सकता है। एक बहुत बड़ी ब्रिटिश समुद्रवर्ती इंजीनियरिंग संस्था अटलांटिक के ऊपर कृत्रिम द्वीपसमूहों की एक शृंखला बनाना चाहती है। ये



समुद्री स्टेशन जिसमें प्रचालन और आवास डेक दिखाये गये हैं।

देख रही है। सन् 1955 में अगस्त से दिसम्बर तक लंकाशायर में 4,264 दुर्घटनायें हुईं; रेडार को आरम्भ करने के फलस्वरूप सन् 1957 की इसी अवधि में दुर्घटनाओं की संख्या घटकर 3,724 रह गई, अर्थात् 12½% घट गई। उस सफल प्रयोग के वाद उन अनेक देशों में रेडार 'गति-पाश' (Speed Traps) आरम्भ किये गये हैं जहाँ मोटरगाड़ियाँ वड़ी संख्या में चलती हैं और गति-सीमा का उल्लंघन करने वाले चालकों के खिलाफ़ कार्यवाही करते समय न्यायालय उनके प्रमाण को स्वीकार करते हैं। सामान्य रूप से यह उपकरण एक फ़ोटोग्राफ़ भी लेता है जिसमें कार की रजिस्ट्रेशन सख्या तथा दुर्घटना की तिथि, समय और स्थान चित्रित रहते हैं।

द्वीप गहरे समुद्र में होंगे तथा उनका सम्बन्ध पनडुब्बी-केबलों, रेडियो-टेलीफोन और रेडार से होगा। ये यूरोप और अमेरिका के बीच बढ़ते हुए हवाई और समुद्री यातायात के लिये विश्वसनीय सचार प्रस्तुत करेंगे।

इस प्रकार के तीन या चार 'समुद्री स्टेशन' यातायात-नियंत्रण, हवाई या समुद्री बचाव-कार्य और अन्य सकटकालीन अवस्थाओं में एक महत्वपूर्ण सचार-तंत्र प्रस्तुत कर सकते है। प्रत्येक समुद्री स्टेशन नली के आकार का होगा जिसकी लम्बाई 400 फुट और व्यास 16 फ़ुट होगा; यह ऊर्ध्व स्थिति में समुद्र में डूबी रहेगी, केवल 80 फ़ुट लम्बा भाग समुद्र के बाहर रहेगा। इसका तल बहुत भारी होगा और इसकी जड़त्व इतनी अधिक होगी कि भारी समुद्र में भी वह ऊपर-नीचे नही होगा और न घूमेगा। सिलिण्डर के ऊपर एक अधिरचना बनी होगी जहाँ लहरें न पहुंच सकेंगी। उसमे कर्मीदल के लिये आवास, प्रचालन कक्ष, उपस्कर और डीजल-इजन कक्ष, हेलीकॉप्टर के उतरने का डेक और अनेक एरिअलों के लिये स्थान होगा।

इस योजना को बनाने वाले इजीनियरों का विश्वास है कि इस प्रकार के प्रत्येक समुद्री स्टेशन में एक दर्जन आदमी काम करेंगे। ये स्टेशन अटलांटिक के दोनों ओर यातायात-नियंत्रण-केन्द्रों को रेडार द्वारा सूचना भेजने में अत्यन्त उपयोगी सिद्ध हो सकते हैं। वे नौचालन-सकेतकों के रूप में काम करेंगे और मौसमी आँकड़े इकट्ठा कर मौसम-सम्बन्धी जहाज़ों की जगह इस्तेमाल हो सकेंगे। मौसम-सम्बन्धी जहाज की अपेक्षा समुद्री स्टेशन पर काम करना अधिक रुचिकर होगा क्योंकि उसमे पर्याप्त आराम और अधिकतम सुरक्षा होगी। अनुमान है कि समुद्री स्टेशन का जीवन कम-से-कम 20 वर्ष होगा।

जमीन पर रेडार का उपयोग सबसे पहले सन् 1957/58 में ब्रिटेन में हुआ। वहाँ पुलिस ने तेज मोटर-चालकों के खिलाफ प्रचार करने में इसे इस्तेमाल किया। उस काम में यह अत्यन्त सफल सिद्ध हुआ! लंकाशायर और लन्दन की सीमा पर ऐसे 'रेडार-मीटर' लगे थे जो मोटरगाड़ी की गति को स्वयं ही रजिस्टर कर लेते थे। ये मीटर विशेष रूप से सड़क के उन भागों में लगे होते थे जहाँ दुर्घटनायें अधिक होती थी और मोटर-चालकों को चेतावनी दी जाती थी कि रेडार की 'मायाक्षि' उनकी ओर

पायलट पूरे अनुशासन से काम करता है और नियंत्रण-बुर्ज के साथ रेडियो-टेलीफ़ोन द्वारा सम्पर्क स्थापित करने के बाद वह उसके अनुदेशों का पालन करता है क्योंकि केवल बुर्ज में काम करने वाले रेडार-प्रचालक यह जानते हैं कि अनेक वायुमार्गों में पूरे हवाई अड्डे के नियंत्रण-क्षेत्र में क्या हो रहा है। ये वायुमार्ग हवाई अड्डे पर उसी प्रकार आकर मिलते है जिस प्रकार मोटरमार्ग किसी चौराहे पर आकर मिलते हैं। उनका काम है ट्रैफिक को निकालते जाना, चक्कर लगवाकर वायुयानों के समय को नियमित करना ताकि वे सुरक्षित रूप से नीचे उतर आयें, और जमीन पर उतरने के लगभग आधा मील पहले से उनका निर्देशन करना। उसके बाद वायुयान के धावनपथ पर आकर रुकने तक पायलट फिर से पूरी जिम्मेदारी के साथ वायुयान पर नियंत्रण रखता है।

एक पायलट और लन्दन हवाई अड्डे पर लगे 'रेडार' के बीच आपस में होने वाला 'पहुंच वार्तालाप' कुछ इस प्रकार होगा :

पायलट : हैलो, 'लन्दन, यह बीलाइन होटेल सीरा [बी.ई.ए. एयर-लाइनर एच. एस. का नाम-संकेत] है जो जर्सी से लन्दन हवाई अड्डे की ओर आ रहा है। ऊंचाई 2000 फ़ुट। 14·35 पर डन्सफ़ोल्ड के ऊपर पहुंच जायेगा और अनुमान है कि 14·40 पर एप्सम में होगा।

रेडार : रोजर। यह एक 'निगरानी रेडार पहुंच' होगी जो स्पर्श-स्थल से आधा मील पहले समाप्त होगी। आधा मील के परास पर उपयुक्त ऊंचाई के बारे में बताया जायेगा। देख लो कि तुम्हारे पहिये नीचे की ओर है और लॉक है।

पायलट : रोजर। पहिये नीचे की ओर है और लॉक है।

रेडार : स्पर्श-स्थल से 6½ मील पर पहुंच रहे हो, नीचे उतरना शुरू करो और 3 डिग्री विसर्पण-पथ बनाये रखो।

पायलट : रोजर।

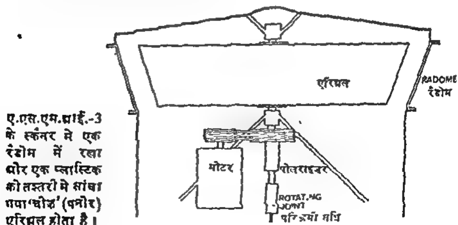
रेडार : परास 6 मील—देख लो ऊंचाई 1850 फ़ुट है।

वायुयान के हर आधा मील आगे बढ़ने पर वार्तालाप की पुनरावृत्ति होती रहती है। हर आधे मील पर पायलट को वायुयान की ऊंचाई 150 फ़ुट कम कर देनी चाहिये और अन्तत: उसे 'रेडार' से ये शब्द सुनाई देते हैं : "परास एक मील—ध्यान दो कि तुम्हारी ऊंचाई 350 फ़ुट है······ स्पर्श-स्थल से परास आधा मील—पहुंच पूरी।" इसके बाद पायलट को कुछ

from Birmingham
बिमिंघम से
AMBER TWO
ऐम्बर दो
ब्लैचले
BLETCHLEY
लाल एक
RED ONE
बोविंगडोन
BOVINGDON
हरा एक
GREEN ONE
लाइनहम से
from Lyneham
लन्दन
LONDON
हवाई अड्डा
AIRPORT
एप्सम
EPSOM
सेवेनोक्स
लाल एक
RED ONE
गैटविक
साउथम्पटन से
from Southampton
from Hastings
हेस्टिंग्स से
AMBER ONE

KEY
ठीक रिपोर्ट स्थान
निर्दिष्ट रिपोर्ट स्थान
प्रार्थना पर रिपोर्ट स्थान
अन्दर आने वाले मार्ग
नियंत्रण-क्षेत्र
आपतकालीन होल्डिंग स्टैक
लन्दन अंतिम स्थान नियंत्रण-क्षेत्र
वायु-पथ

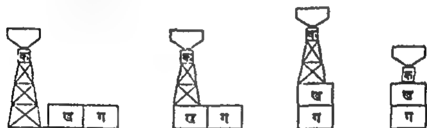
लन्दन हवाई अड्डे के नियंत्रण-क्षेत्र के पश्चिमी और उत्तरी भाग



ए.एस.एम.आई.-3 के स्कैनर में एक रैडोम में रखा और एक प्लास्टिक की तश्तरी में बांधा गया 'चीज़' (पनीर) एरियल होता है।

और कहने या सुनने की आवश्यकता नहीं और वह पूरी कुशलता और अनुभव के साथ अपने वायुयान को नीचे उतारने लगता है।

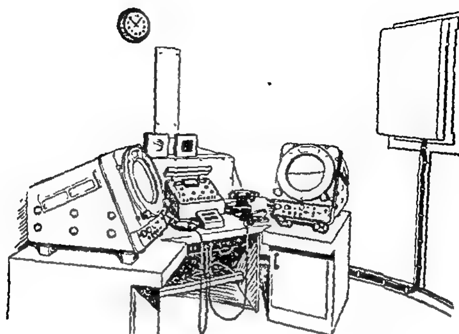
वास्तव में लन्दन हवाई अड्डे में अनेक परासों के लिये अनेक रेडार-उपकरण हैं तथा जमीन पर यातायात की देखभाल और नियंत्रण करने के लिये एक विशेष तंत्र ए.एस.एम.आई.-3 (A.S.M.I.-3) है। इसकी एरिअल-परिभ्रमण-दर असामान्य रूप से बहुत अधिक अर्थात् 1000 परिभ्रमण प्रतिमिनट है जिससे सेट धावनपथ पर किसी भी प्रकार की गति की लगातार सूचना दे सकता है। जब वायुयानों को उच्च-गति मार्गों पर ले जाना हो तो घुमाव-बिन्दु ठीक-ठीक दिया जाना चाहिये जिससे अनिलघन का कोई खतरा न रहे। धावनपथ के किनारे, पास वाले क्षेत्रों में 'टैक्सी' मार्ग आदि स्पष्ट देखे जा सकते हैं जो ध्वंस होने की हालत में महत्वपूर्ण होंगे। उपकरण में बहुरंगी कैथोड-किरण नलियाँ लगाई जा सकती हैं, जिससे पी.पी.आई. पर गतिशील वस्तुयें एक रंग में और स्थायी प्रतिध्वनियाँ दूसरे रंग में दिखाई देती हैं।



मानक हवाई अड्डा संस्थापन के चार खाके

क—हवाई उपस्कर कक्ष; ख—प्रेक्षित कक्ष; ग—प्रचालन कक्ष।
एरिअल से 2000 गज दूरी पर प्रदर्शन हो सकते हैं।

आजकल दुनिया में मध्यम और छोटे आकार के असंख्य हवाई अड्डे और हवाई मैदान हैं। बड़े हवाई अड्डों की भांति उनमें उपकरण लगाने की जरूरत नहीं पड़ती है और न वे ऐसे उपकरणों को लगा सकते हैं। अधिकांशतः उनमें 'हवाई मैदान नियंत्रण रेडार तन्त्र' होते हैं जिनमें अन्तिम पहुच के समय नियंत्रण करने और निगरानी रखने की सुविधायें होती हैं। प्लेस्सी-424 इस प्रकार का एक विशेष उपकरण है। वह केवल 20 किलोवाट पावर के साथ 3-सेंटिमीटर तरंगों पर काम करता है जिसमें 24 परिभ्रमण प्रतिमिनट के हिसाब से चक्कर लगाने वाला सकीर्ण-छड़ का एरिअल होता



एक विशिष्ट '424' संस्थापन जिसमें एक छोटे-से हवाई मैदान का नियंत्रण-कक्ष दिखाया गया है।

है। उसमें लम्बे परासों के लिये 0.5 माइक्रोसेकंड और छोटे परासों के लिये 0.1 माइक्रोसेकंड की दो वैकल्पिक स्पंद-लम्बाइयाँ होती है। उसमें दो पी.पी.आई. प्रदर्शन होते है जो दो नियन्त्रकों की देखरेख में रहते हैं; एक प्रदर्शन आने वाले वायुयान के 5 मील की दूरी तक लम्बी परास 'विन्यासन' के लिये जिम्मेदार होता है, और दूसरा अन्ततः उतारने में मदद करता है।

हवाई अड्डों में इस्तेमाल होने वाले रेडार में एक महत्वपूर्ण संशोधन 'चल लक्ष्य सूचक' (एम.टी.आई.) (*Moving Target Indicator—M.T.I.*) है। यह एक प्रकार का रेडार-उपस्कर है जो पी.पी.आई. पर केवल चलायमान वायुयानों को ही दिखाता है और भूमि-चिह्न, इमारत आदि सभी स्थिर वस्तुओं को छोड़ देता है। किन्तु प्रचालक किसी भी समय पूरा चित्र अथवा 'स्थायी प्रतिध्वनि पैटर्न' अथवा मिलाजुला एम.टी.आई. या सामान्य चित्र देख सकता है जो चलायमान लक्ष्यों को पूरी तीव्रता के साथ चित्रित करता है किन्तु स्थायी प्रतिध्वनि-पृष्ठभूमि को उतना ही दिखाता है जितना प्रचालक चाहता है।

हवाई अड्डे के लिये 'चल लक्ष्य सूचक' (एम.टी.आई.) का खाका

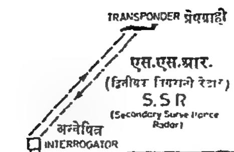
1. स्थायी प्रतिध्वनि पैटर्न।
2. एम टी आई. को स्विच करने से अवरुद्ध स्थायी प्रतिध्वनियाँ : वायुयान लक्ष्य आसानी से पहचाने जा सकने योग्य।
3. मिश्रित एम.टी आई./सामान्य वाइडियो। विशेष आवश्यकताओं के लिये प्रचालक स्थायी प्रतिध्वनियों को नियंत्रित कर सकता है।

अन्धी उड़ान और अन्धा अवतरण

रेडार उड़ान के समय वायुयान के संचालन में सहायता करता है और स्वचालन द्वारा एयर-लाइनर की यात्रा को यथासम्भव सुरक्षित बनाने की कोशिश करता है । वास्तव में यद्यपि जेट एयर-लाइनर के यात्री को इस बात का ला नहीं रहना है किन्तु उड़ान के बाद (जब उसे अपनी सीट-बेल्ट ढीली करने को कहा जाता है) से नीचे उतरने के कुछ ही पहले तक (जब उसे पेटी बांधने को कहा जाता है) उसका वायुयान स्वतः नियंत्रित रहता है। कॉकपिट में बैठे पायलट प्रत्येक स्टेज पर गति, दिशा, ऊंचाई का निर्णय लेते हैं और अपने आदेशों को 'स्वत.पायलट' (auto-pilot) को भेज देते हैं। यह 'स्वत.पायलट' इलेक्ट्रॉनिक उपस्कर का एक अत्यन्त जटिल भाग होता है। आदेश प्राप्त होने के बाद वह एयर-लाइनर को उड़ाने तथा कर्मीदल का कार्टिन किन्तु स्वत कार्य स्वयं करने लगता है। इस प्रकार नीचे उतरते समय फिर से कार्य सम्भालने के लिये पायलट तरोताजा महसूस करते है ।

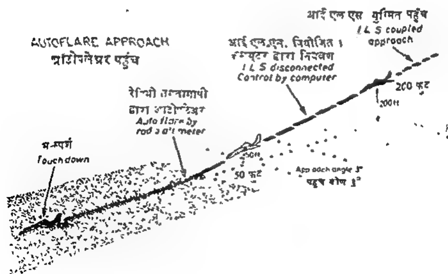
किन्तु दुनिया की बड़ी हवाई कम्पनियाँ इन आश्चर्यजनक स्वचालित पायलटों द्वारा वायुयान को नीचे उतरवाने में क्यों हिचकिचाती हैं ? आई.एल.एस. (I.L.S.–Instrument Landing System अर्थात् उपकरण अवतरण तंत्र) की मदद से नीचे उतारने का काम किया जा सकता है और प्रयोग के रूप में अनेक बार किया जा चुका है। आई.एल.एस. कम्प्यूटर की मदद से काम करता है और इसे सबसे पहले सन् 1949 में ब्रिटेन के रॉयल एयरक्राफ्ट संस्थान ने स्थापित किया था। तब से अटलांटिक के दोनों ओर अनेक प्रकार के तन्त्रों का विकास किया गया है और स्वचालित अवतरण आरम्भ करने से पहले अन्तर्राष्ट्रीय हवाई कम्पनियों को यह निश्चय करना है कि कौनसा तंत्र सबसे अधिक उपयुक्त होगा ताकि उसे अपनाने वाला वायुयान एवं मानकित उपस्कर से काम कर सके। अच्छे मौसम में ही नहीं, बल्कि अल्प दृश्यता अथवा कुहरे की अवस्था में भी पूर्ण सुरक्षा की दृष्टि से परीक्षण के तौर पर लाखों स्वचालित अवतरण करने होंगे। प्रत्येक वायुयान में दो आई.एल.एस. स्वत.पायलट लगाने पड़ेंगे, ताकि यदि एक में कुछ गड़बड़ी हो जाय तो दूसरा उसकी जगह काम कर सके।

मूलतः वर्तमान 'द्वितीयक निगरानी रेडार' तंत्र को पूर्णतः स्वचालित बनाया जा सकता है। यह जमीन पर 'अन्वेपित्र' की और वायुयान में



'प्रेषग्राही' की मदद से काम करता है। 'अन्वेपित्र' 'प्रेषग्राही' से प्राप्त किरण-पुंज को वापिस भेजता है जिससे वायुयान को पहचानने और स्वय उसकी ऊंचाई और गति का अनुमान लगाने में भू-कण्ट्रोल की सहायता मिलती है। अन्ध-अवतरण में 'ऑटोफ्लेयर' (autoflare) तन्त्र सहायक होता है हवाई अड्डे के मैदान से चला रेडियो-किरणपुंज आने वाले वायुयान की पार्श्विक गति पर नियंत्रण रखता है ताकि वह धावनपथ के केन्द्र की ओर जाये।

इसमें कोई सन्देह नही कि एक दिन स्वत: अवतरण और उड़ान अवश्य होंगे; किन्तु शायद यह 1970 से पहले सम्भव न हो। तब तक सुरक्षा और मानकीकरण की सभी आवश्यकतायें पूरी हो जायेगी और उस काम मे रेडार का महत्वपूर्ण योगदान होगा।

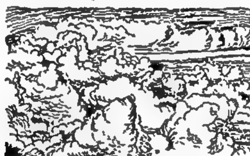


बादल और बाधा सम्बन्धी चेतावनी

रेडार के विकास के समय यह आशा की जाती थी कि विमानवाहित रेडार-सेट विशेष रूप से रात में या कम दृश्यता के समय वायुयान को उतारने में वायुयान के चालकों का अत्यन्त सहायक सिद्ध होगा। किन्तु अनुभव से पता लगा है कि हवाई अड्डे में भू-स्थित रेडार इससे कहीं अधिक उपयोगी होता है; साथ ही रेडार के अलावा अन्य निर्देशक यंत्र भी वायुयान-चालक की विशेष आवश्यकताओं के लिये बनाये गये थे। उनका वर्णन पृष्ठ 52-55 में किया गया है।

विमानवाहित पी.पी.आई. रेडार की अपनी विशेष उपयोगिता है। यह पायलट को दो प्रकार के खतरों से सचेत करता है जिनसे पहले समय में, जब रेडार नहीं था, बहुत से लोगों की मृत्यु हो जाती थी।

एयर-लाइनर में यात्री को बादलों का दृश्य बहुत सुन्दर दिखाई देता है किन्तु पायलट को सीट से वही बादल खतरनाक लगते हैं।


CUMULO-NIMBUS CLOUDS. SEEN AT A RANGE OF 20 MILES. AT 10 000 FT

20 मील के परास पर 10,000 फुट पर देखे गये कपासी-वर्षी बादल

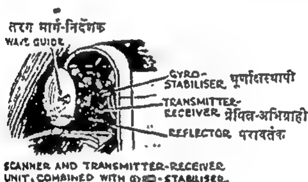
तथाकथित कपासी-वर्षी बादलों से, जो अत्यन्त गड़बड़ी पैदा कर सकते है, वायुयान को बचाना चाहिये। विमान में लगा रेडार 40 मील की दूरी से इन बादलों को पहचानने में पायलट की मदद करता है।

मुख्य रूप से कपासी-वर्षी बादलों को पहचानने के लिये बना यह विमानवाहित रेडार-उपस्कर 3-सेंटिमीटर तरंग-दैर्घ्य पर काम करता है। पी.पी.आई. पर्दे पर बादल स्पष्ट दिखाई देते हैं तथा रात में अथवा अल्प दृश्यता की अवस्था में पायलट खतरनाक बादलों के बीच में से एक सुरक्षित मार्ग का चयन कर सकता है।

उसी विमानवाहित रेडार-उपस्कर में भूमि के उस भाग का चित्र भी दिखाई देता है जिस के ऊपर से वायुयान उड़ता है। इस प्रकार वह पायलट को पहाड़ों से टकराने के खतरे से सचेत करता है तथा हांगकांग जैसे दुष्कर एवं स्थलरुद्ध बन्दरगाहों में आने-जाने में एयर-लाइनरों की मदद करता है। रेडार की मदद से पायलट बन्दरगाह के क्षेत्र में प्रवेश कर आसपास के पहाड़ों की सतह से बहुत निचाई पर उड़ान कर सकता है।


पी.पी आई पर्दे पर बादल

इस प्रेषित्र-अभिग्राही में घूर्णाक्षस्थापी लगा रहता है जो वायुयान की 'उड़ान की ऊंचाई' पर ध्यान दिये बिना उसे सही स्थिति में रखता है—चाहे मशीन मोड़ ले रही हो, उतर रही हो अथवा उड़ रही हो।



पूर्णाक्षस्थापीयुक्त स्कैनर और प्रेषित्र-अभिग्राही यूनिट

खड़ी चट्टानों वाली तटीय रेखाओं से 40 मील तक स्पष्ट संकेत मिलते हैं; निचले रेतीले किनारे 30 मील या इससे अधिक दूरी तक दिखलाई देते हैं—यह सब पेड़-पौधों अथवा इमारतों की उपस्थिति पर निर्भर करता है। प्रतिध्वनियों की भांति, पोत 5 से 25 मील की दूरी तक, आकार एवं सामग्री के अनुसार (लकड़ी या लोहा) दिखलाई देते हैं, और वायुयान 12 मील तक देखे जा सकते हैं।

रेडार द्वारा चार्ट बनाना

रॉयल एयर फ़ोर्स का कार्य उपनिवेश मंत्रालय के लिये हवाई फोटोग्राफी द्वारा सर्वेक्षण करना है। जिन बड़े-बड़े क्षेत्रों का ठीक ढंग से चार्ट नहीं बना है उनका हवा से फोटोग्राफ लिया जाता है और प्राप्त-चित्रों का नक्शा बनाने में उपयोग किया जाता है।

यह काम मुख्यतः नम्बर 82 स्क्वाड्रन द्वारा किया जाता है जिसके लैंकास्टरों ने सन् 1946-1951 के दौरान अफ्रीका में 800,000 वर्गमील क्षेत्र के फोटोग्राफ लिये। यह क्षेत्रफल ब्रिटिश द्वीपसमूह का आठ गुना है ! किन्तु सर्वेक्षण में सम्बन्धित अनेक समस्याओं को केवल हवाई फोटोग्राफ़ी हल नहीं कर सकती है। अतः यह काम रेडार को सौंपा गया है। बात यह मालूम करनी है कि फोटोग्राफ लेते समय वायुयान की सही स्थिति मालूम करना सबसे अधिक महत्वपूर्ण काम होता है।

रेडार-फोटोग्राफी-सर्वेक्षण इस भांति काम करता है :

प्रस्तावित कार्यों के लिये बेस के पास पहुंचने पर एक रेडार-बीकन स्थापित किया जाता है और सर्वेक्षण मशीन बीकन के चारों ओर अधिकतम परास पर पहुचने तक एक के बाद एक चौड़े चक्कर लगाती जाती है।

प्रत्येक लैंकास्टर में एक रेडार-सेट फ़िट रहता है तथा कैथोड-किरण नली पर प्रदर्शन को देखकर वायुयान को ठीक मार्ग पर लाने में मार्ग-निर्देशक पायलट की मदद करता है।

अधिक यथार्थता के लिये मुख्य कैमरे के साथ एक रिकार्ड करने वाला कैमरा भी इस्तेमाल किया जाता है।

वह 'बेस बीकन' और अनेक मार्ग-निर्देशक उपकरणों को प्रदर्शित करने वाले पर्दे का फोटो लेता है और इस प्रकार क्षेत्र का पूरा चित्र मुख्य कैमरे के सामने आ जाता है और साथ ही मशीन की वास्तविक स्थिति का फोटोग्राफीय प्रमाण भी अभिलेखित हो जाता है।

अधिकाश कार्य जमीन से 15,000 फुट की ऊंचाई से किया जाता है।



फ़ोटोग्राफ पट्टियों में लिये जाते हैं किन्तु बादल या कुहासे की हालत में सर्वेक्षण-फ़ोटोग्राफ़ों की श्रेणी में रिक्त स्थान होते हैं। ऐसी परिस्थिति में रिक्त स्थानों को भरने का दुष्कर कार्य बाद में करना पड़ता है।

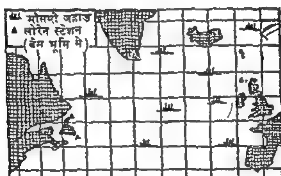
इस प्रकार के काम के लिये एक विशेष कैमरे की जरूरत होती है जिसका विस्तृत-कोण लेंस 6-इंच चौड़ा होता है और जो $\frac{1}{50}$ से $\frac{1}{200}$ प्रति-सेकंड की कपाट क्षिप्रता से स्वत: 5 से 60 सेकंड में 200 एक्सपोज़र ले सकता है। एक माइक्रो-स्विच एक रेडार-स्पंद का प्रचालन करता जो यह बतलाता है कि कुछ ही मिलि-सेकंडों में कितनी बार उद्भासन हुआ। यह कैमरा ऊष्णकटिबन्धीय ताप से लेकर शून्य से भी कम ताप तक हर परिस्थिति में काम कर सकता है।

किन्तु हवाई सर्वेक्षण करना उस दीर्घकालीन जटिल कार्य का केवल एक भाग होता है। इसके बाद ऊष्णकटिबन्धीय परिस्थितियों में फ़िल्म को डेवलप और प्रिंट करना पड़ता है और अन्तत: उन प्रदेशों के नक्शे तैयार हो जाते है जहां अभी तक किसी गोरे आदमी—और शायद किसी काले आदमी के भी पैर न पड़े हों।

वायुयानवाहित रेडार की अन्य सम्भावनाओं का परीक्षण किया जा रहा है। युद्धकालीन ए.एस.वी. (A.S.V.—Aircraft to Surface Vessel) तंत्र का एक उपयोग सतह के पास तैरती हुई मछलियों के झुण्ड का पता लगाना है। कैनेडा के तालावों में यह कार्य सफलतापूर्वक किया गया है। रेडार-युक्त भेदिया (spotter) वायुयान मछली मारने वाले जलयानों का मार्ग-निर्देशन करते हैं।

दूसरा आकर्षक उपयोग पक्षी-प्रवसन (bird migration) को प्लॉट करना है। पक्षियों के बड़े-बड़े झुण्ड जहाज या वायुयान के पी.पी.आई. पर दिखलाई देते हैं तथा रेडार द्वारा बड़े-बड़े समुद्रों अथवा दुर्गम रेगिस्तानों को पार करने वाले पक्षियों के बारे में अत्यन्त उपयोगी सूचना प्राप्त होती है जो शायद अन्य किसी भी प्रकार से प्राप्त नहीं हो सकती है। सम्भवत: रेडार एक दिन पक्षियों की उस 'भीतरी घड़ी' के रहस्य का भी पता लगा ले जो उन्हें वार्षिक प्रवसन में सहायक होती है; अर्थात् वह रहस्य जिससे वे पता लगा लेते हैं कि कब और कहां प्रवसन करना चाहिये जब कि हजारों मील दूर अपने बच्चों का पालन-पोषण करने के लिये उन्हें 'घर' मिल जाते हैं।

लोरेन (LORAN—LOng RAnge Navigation अर्थात् दूर-परास सचालन) नामक अमेरिकी तंत्र में स्पंद-प्रेषण स्टेशनों के युग्म इस्तेमाल किये जाते हैं जो एक-दूसरे से 600 मील तक की दूरी पर कार्य करते हैं। स्पंद, अभिग्राही-पर्दे पर प्रदर्शित किये जाते हैं और दो स्पंदों के आगम-समय के अन्तर से सचालक को अपनी स्थिति का पता लग जाता है। इस काम में उसे पाच मिनट लगते हैं अत: यह विधि वायुयान की अपेक्षा जहाजों के लिये अधिक उपयुक्त है। परास दिन में लगभग 700 मील और रात में 1500 मील तक होता है। द्वितीय विश्वयुद्ध के दौरान उत्तरी अटलांटिक और प्रशान्त महासागर इन संचालन सहायक-साधनों से परिपूर्ण थे।

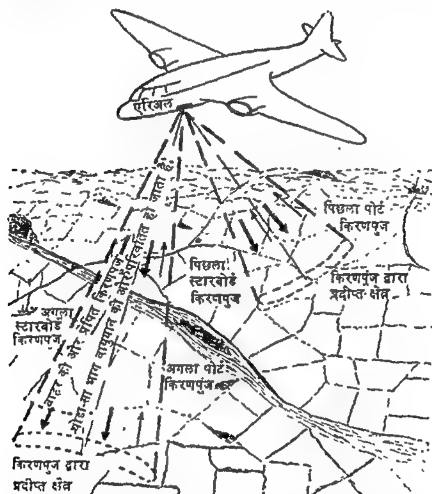


MAP SHOWING POSITIONS OF WEATHER SHIPS AND LAND-BASED LORAN STATIONS
नक्शा जिममे मौसमी जहाजों और जमीन मे वेस वाले लोरेन स्टेशनो को दिखाया गया है।

आजकल उत्तरी अटलांटिक, यूरोपीय और अमेरिकी वायु-पथ एवं हवाई अड्डे अनेक रेडारों और रेडियो-सहायक-साधनों से परिपूर्ण है। डेक्का और लोरेन के अतिरिक्त, दूर-परास दिशाज्ञापक ब्रिटिश कनसोल तंत्र जिसे पायलट बिना किसी विशेष उपस्कर के इस्तेमाल कर सकते है; अपदृश्यता के लिये अनेक अमेरिकी उपकरण-अवतरण तंत्र; मध्य-आवृत्ति बीकन जिन पर रेडियो-दिक्सूचक की मदद से पायलट अपने बेयरिंग ले सकता है; आर.आर. (R.R.—Radio Range) जो एक अल्प परास वाला साधन है और उसमें होने वाले किरणपुंज के सहारे वायुयान का संचालन हो सकता है, स्वत: दिशा-शोधक; नियमित वायु-मार्गों पर रेडियो-स्थिनिदर्शक, और वायुयान का जमीन

से सम्बन्ध स्थापित करने वाला वी.एच.एफ़.-आर.टी. (VHF-RT--very high frequency radio-telephone अर्थात् अति उच्च आवृति रेडियो-टेलीफ़ोन) आदि इस्तेमाल होते हैं।

अन्य उपयोगी सहायक-साधन निगरानी-तंत्र है जिसका वर्णन पहले किया जा चुका है। यह रेडार द्वारा हवाई अड्डे से वायुयान की दूरी और स्थिति बतलाता है। रेडार-तुंगतामापी भी एक उपयोगी साधन है जो



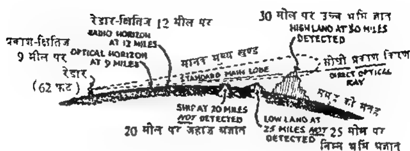
अगला किरणपुंज वायुयान से पहले प्रेषित होता है और प्रतिसेकंड दो बार प्रत्यावर्तन होता है। वायुयान को पुनःपरावर्तित संकेतों की आवृत्ति ज़मीन के ऊपर वायुयान की चाल के अनुपात में 'बढ़ जाती हैं'।

पिछला किरणपुंज पिछले भाग को प्रेषित करता है और पोर्ट से स्टारबोर्ड तक प्रतिसेकंड दो बार प्रत्यावर्तन करता है। वायुयान को पुनःपरावर्तित संकेतों की आवृत्ति ज़मीन के ऊपर वायुयान की चाल के अनुपात में 'घट जाती हैं'।

रेडार-प्रतिध्वनियों की मदद से संचालक को जमीन से उसकी मशीन की दूरी बतलाता है।

'मार्कोनी कम्पनी' और 'रेडियो कॉर्पोरेशन ऑफ़ अमेरिका' द्वारा विकसित सबसे अधिक महत्वपूर्ण संचालन-सहायक तंत्र में किसी भी भूमि स्थित स्टेशन की आवश्यकता नहीं होती है। इसे डॉपलर(DOPPLER) तंत्र कहते हैं क्योंकि इसमें डॉपलर सिद्धान्त लागू होता है। डॉपलर सिद्धान्त इस प्रकार है : जब किसी रेल-इंजन की सीटी हमारे पास पहुंचकर आगे निकल जाती है तो उसका तारत्व कम हो जाता है जिसका कारण यह है कि जैसे-जैसे तरंगों (ध्वनि-तरंगों और विद्युत्-चुम्बकीय तरंगों) का स्रोत प्रेक्षक के निकट आता है वह तरंगों को उच्च आवृत्ति पर प्राप्त करता है और जब स्रोत उससे दूर होता जाता है तो उन्हें निम्न आवृत्ति पर प्राप्त करता है। डॉपलर संचालन तंत्र में—उड़ान की अवधि में—वायुयान में प्रेषित्र से दो रेडार-किरणपुंज भेजे जाते हैं जिनमें एक किरणपुंज दूसरे की अपेक्षा जमीन से थोड़ा पहले टकराता है। वायुयान में अभिग्राही द्वारा पिकअप की गई प्रतिध्वनियों की आवृत्ति का परिवर्तन जमीन पर उसकी गति को बतलाता है। दोनों किरणपुंजों के प्रतिसेकंड दो बार स्टारबोर्ड से पोर्ट की ओर आने के कारण संचालक को अपनी मशीन के अपवहन कोण का पता भी लग जाता है।

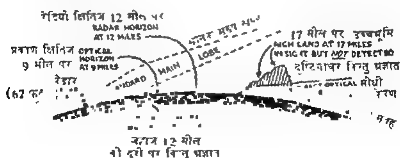
मौसम की भविष्यवाणी



सामान्य रेडार व्याप्ति-स्थल

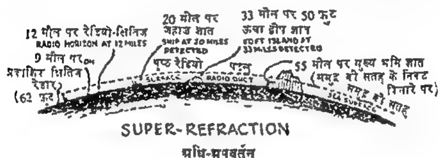
जब सर रॉबर्ट वाट्सन-वाट कुछ मौसम सम्बन्धी तथ्यों का अध्ययन कर रहे थे तो दूर की वस्तुओं को रेडियो-तरंगों द्वारा पहचानने का विचार पहली बार उनके दिमाग में आया। तब से रेडार और मौसम-विज्ञान अनेक ढंग से एक-दूसरे से सम्बन्धित हो गये है।

यह साहचर्य हमेशा उपयोगी नही रहता है। जब रेडार का उपयोग आरम्भ ही हुआ था तब रेडार-प्रेषण पर वायुमण्डलीय परिवर्तनो के प्रभाव के अपर्याप्त ज्ञान से अनेक त्रुटियाँ हुई। सामान्यत. रेडार-बीम एक पुलिसमैन के बहुत बड़े डंडे का रूप ले लेती है जिसके नियमित और विस्तारी पार्श्व होते है। यदि वायुमण्डल की निचली परतो का घनत्व बदल जाता है, जैसा मौसम बदलते समय प्राय: हो जाता है तब उसके साथ हवा मे से



उपोपवर्तन

रेडार-तरंगों का मार्ग भी बदल जाता है। इस कारण रेडार-बीम भिन्न रूप ले लेती है। या तो वह ऊपर की ओर मुड़ जाती है जिसमें कुछ ही मील दूर भूमि की सतह पर स्थित वस्तुयें नहीं पहचानी जा सकती हैं, इसे 'उपोपवर्तन' कहते हैं। अथवा वह भूमि की सतह के साथ मुड़ जाती है जिस से सामान्य परास से कई मील परे तक 'व्याप्ति क्षेत्र' बढ जाता है; किन्तु वह अधिक ऊँचाई पर स्थित वस्तुओं को पूर्णतया छोड़ देती है। इसे 'अधि-अपवर्तन' कहते हैं अथवा अधिक आधुनिक भाषा में उसे 'असंगत सचरण' या संक्षेप में ऐनाप्रोप (ANAPROP) कहेंगे। विशेष स्थिति में लन्दन के निकट रेडार-पर्दों पर पेरिस की ईफ़ेल (Eiffel) मीनार देखी जा सकती है।



SUPER-REFRACTION
अधि-अपवर्तन

ऊँचाई के बढने के साथ ताप के शीघ्र गिर जाने से उपोपवर्तन होता है। सम्भवत. ताप में यह गिरावट समुद्र के हिमाच्छादित भाग से खुले पानी वाले भाग की ओर चलने वाली हवा के कारण आती है। ऊँचाई के बढ़ने के साथ ताप के एकाएक बढ जाने से अधि-अपवर्तन होता है। ताप में यह वृद्धि हवा के, गरम भू-भाग से ठण्डे समुद्री क्षेत्र की ओर, बहने से होती है। नम हवा या पानी अथवा वर्फ के गिरने से रेडार-प्रतिध्वनियों की शक्ति घट जाती है और अनुभवहीन रेडार-प्रचालक इसमें भुलावे में पड़ सकता है। उच्चभार वाली हवाओं से रेडार के पर्दे पर 'खडखडाहट' उत्पन्न हो सकती है।

आजकल त्रुटियों के ये सम्पूर्ण स्रोत एक विशेषज्ञ रेडार-सचालक को मालूम रहते है। दूसरी ओर रेडार-उपस्कर पर मौसम-सम्बन्धी घटनाओं के प्रभावों का उपयोग मौसम की भविष्यवाणी के लिये किया जा सकता है। बादल-चेतावनी-पद्धति भी, जिसका उल्लेख किया जा चुका है, एक अनुप्रयोग है। रेडार के विकास से पहले वायुमण्डलीय 'कड़क',

(crackles) का स्रोत ओ
में सर रॉबर्ट वाट्सन-वाट ने
नम पर्तों में रेडार-तरगों
वैज्ञानिक मौसम-परिवर्तनों प
से प्राप्त प्रतिध्वनियों को
बूदें जितनी बडी होंगी पर्दे
वर्षा-बादल, आँधी-पानी के
स्पष्ट प्रतिध्वनियाँ प्राप्त ह
मील या इससे भी अधिक दू
ऊर्ध्वाधर स्थिति में खडी ए
मण्डल का अवलोकन करती
उपकरणों पर बादलों के
विस्तार से सूचना देती है।

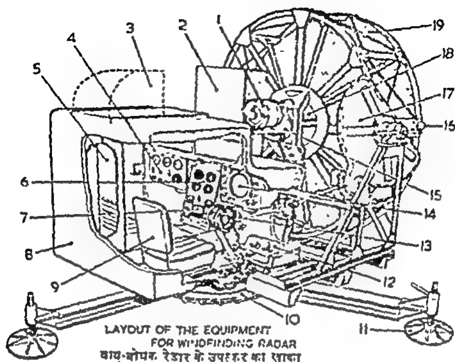


रेडियो

वहुधा 'रेडियो सांदे' में ताप, नमी और दाव को नापने वाले मौसम सम्बन्धी उपकरण होते हैं और एक छोटा-सा रेडियो-प्रेपित्र भी लगा होता जो स्वयं ही इस सूचना को भू-स्थित स्टेशन को भेजता है। हवा द्वारा प्रचालित एक 'हवा-मिल स्विच' स्वयमेव प्रेपणों को एक उपकरण से दूसरे उपकरण में भेजता है ताकि ताप, नमी और दाव के पाठ्यांकों का वारी-वारी से प्रसारण किया जा सके। हवाई छतरी की मदद से 'रेडियो सादे' धीरे-धीरे नीचे उतारा जाता है ताकि उपकरणों को सुरक्षित प्राप्त किया जा सके।

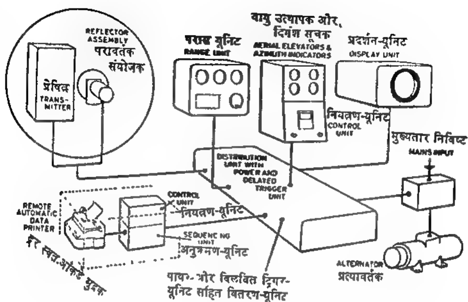
जैसे-जैसे वायुयान की उड़ान सम्बन्धी ऊंचाइयां वढती जा रही हैं, वैसे-वैसे ऊपरी वायुमण्डल में हवा के वारे में ठीक-ठीक आंकड़ों की आवश्यकता भी वढ़ती जा रही है क्योंकि आधुनिक मौसम के पूर्वानुमान के लिये अधिक विस्तृत जानकारी की आवश्यकता है। जमीन पर प्रचालक का केविन एक आदमी के लिये एक स्वतःपूर्ण 'प्रयोगशाला' होती है; इस केबिन से सांदे पर रेडार-किरणपुंज भेजा जा सकता है और प्रतिध्वनि प्राप्त की जा सकती है। उसे किसी भी दिशा में घुमाया जा सकता है क्योंकि वह किसी भी परिस्थिति का सामना कर सकता है। वहुधा दूर स्थित टाइपराइटर के समान 'स्वचालित आंकड़े-मुद्रक' में पाठ्यांक भेजे जाते हैं जो 5 सेकंड में उपकरणों से प्राप्त सूचना को टाइप कर देता है।

आजकल दुनिया के प्रत्येक हवाई अड्डे के लिये मौसम-रेडार सबसे अधिक महत्वपूर्ण उपस्कर है। यह 3 सेंटिमीटर और 10 सेंटिमीटर दोनों तरंग-दैर्घ्यों पर कार्य करता है तथा 200 समुद्री मीलों के अर्धव्यास में वर्षण की प्रगति, मात्रा और गति के वारे में वतलाता है। 'रेडियो सांदे' की मदद से हवा के वारे में जानकारी प्राप्त करने के अलावा रेडार, साधारण रूप से घूमने वाले एरिअलों के दूर से नियंत्रित तंत्र द्वारा, मौसम का सर्वेक्षण करता है। सामान्यतया ये एरिअल 10 परिभ्रमण प्रतिमिनट की दर से घूमते हैं और किसी भी दिशा में घूमकर कुण्डलित रूप में अवलोकन कर सकते हैं।



LAYOUT OF THE EQUIPMENT FOR WINDFINDING RADAR
वायु-शोधक रेडार के उपकरण का खाका

1. शंकु-अपलोकन के लिये स्पिनरचालित मोटर
2. 75-kW प्रेषित्र/अभिग्राही
3. केबिन के लिये प्रशीतक/तापक यूनिट
4. परास यूनिट
5. वातानुकूलन-तन्त्र
6. उत्थापन और दिगंश डायल
7. मुख्य नियंत्रण पैनल
8. प्रचालक केबिन (तन्तु-कांच)
9. प्रचालक की सीट
10. परिभ्रामी मेज
11. समायोजनीय पांव
12. उत्थापन पांव ब्रेक और 'हिमीभवन तथा पठन' नियंत्रण
13. उत्थापन और दिगंशचालित हाथचक्र
14. प्रदर्शन पर्दा
15. अनुरक्षण के लिये प्लग और सॉकेट
16. संरेतन को रोकने के लिये 'खुला स्थान'
17. गियर लगाना
18. सहायक किरणपुंज विस्तारक परावर्तक के लिये सांचा (recess)
19. ऐल्युमीनियम ढांचा और परावर्तक

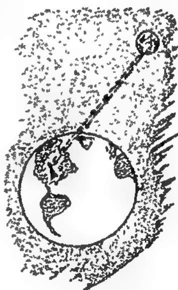


LAYOUT FOR WINDFINDING RADAR
वायुबोधक रेडार का खाका

रेडार अन्तरिक्ष में

ब्रिटिश वैज्ञानिक सर एडवर्ड ऐपल्टन ने सन् 1945 में बतलाया कि रेडार-तरंगे चन्द्रमा तक पहुंच सकती हैं। कुछ महीनों बाद अमेरिकन आर्मी सिगनल कोर ने सूचना दी कि उन्होंने रेडार-तरंगों द्वारा चन्द्रमा से सम्पर्क स्थापित कर लिया है। रेडार-सिगनल के चन्द्रमा तक पहुंचकर वापिस आने में अर्थात् 477,720 मील की दूरी तय करने में 2½ सेकंड लगते हैं। इस प्रयोग की वैज्ञानिक उपयोगिता यह थी कि इससे पृथ्वी और चन्द्रमा के बीच की दूरी अन्य विधियों की अपेक्षा अधिक यथार्थता से मापी जा सकती थी। इससे भी अधिक महत्वपूर्ण बात यह थी कि रेडार द्वारा सम्पर्क स्थापित करने के लिये चन्द्रमा का दिखलाई देना आवश्यक नहीं है; और दिन में भी उससे 'सम्पर्क' स्थापित किया जा सकता है।

इसके बाद सूर्य पर रेडार-शॉटों को प्रेषित कर उनके परावर्तन प्राप्त किये गये। सन् 1947 में मान्चेस्टर विश्वविद्यालय के प्रोफेसर ए. सी. बी. लॉविल और पी. एम. एम ब्लैकेट को रेडार-तरंगों के द्वारा उल्का-वृष्टि (showers of meteors) का अनुरेखण करने में सफलता मिली। कुछ ही वर्षों बाद जब पहली बार कृत्रिम उपग्रह छोड़े गये तो उनका भी उसी प्रकार अनुरेखण किया गया।


रेडार चन्द्रमा को

द्वितीय विश्वयुद्ध के बाद प्रोफ़ेसर लॉविल ने चेशायर के जॉड्रेल बैंक नामक स्थान में पहली 'रेडियो-खगोलिकी' वेधशाला ('Radio Astronomy' observatory) स्थापित की। उसमें मुख्य उपकरण रेडियो-दूरदर्शक है जो विद्युत्-चुम्बकीय तरंगों को प्रेषण और ग्रहण कर सकता है। उसमें इस्पात की छड़ों के सहारे एक कटोरा स्थित है जिसके बीच से एक एरिअल निकलता है। कटोरा परावर्तक का

काम करता है और अन्दर आने वाली तरंगों को एरिअल पर एकत्रित कर देता है। सर्चलाइट-परावर्तक की भाँति यह बाहर जाने वाले सकेतों को एक तंग किरणपुंज में बाहर भेजता है, और आकाश के किसी भी भाग की ओर इसे भेजा जा सकता है।

रेडियो-दूरदर्शी का मुख्य कार्य एक शोध पर केन्द्रित था जिसका अभी तक पूर्ण उपयोग नही किया गया है और सम्भव है कि उससे विश्व की संकल्पना ही बदल जाय। सन् 1932 में एक अमेरिकी रेडियो-इंजीनियर ने खोज निकाला था कि कुछ तारे रेडियो-तरंगे भेजते है। किन्तु केवल आधुनिक रेडार और रेडियो-तकनीक के विकास से ही उन तारों की ठीक-ठीक स्थिति का पता लगाने में सहायता मिली है और साथ ही आकाश का एक नया चार्ट संकलन करने का कार्य आरम्भ किया गया है जिसमें शायद उतने ही अदृश्य 'अदीप्त तारे' हैं जितने दृश्य।

अब तक ऐसे हज़ारों रेडियो-तारों का मानचित्रण किया जा चुका है और सम्भवत: असंख्य अन्य तारे विश्व की गहराइयों में छिपे हों। हमारी निकटतम पड़ोसिन आकाशगंगा (Galaxy), एण्ड्रोमेडा नेबुला, से रेडियो-तरंगें प्राप्त हुई हैं जिनसे मालूम होता है कि उसका कुछ भाग अदीप्त तारों का बना है। इस खोज से पता लगता है कि बेतार तरंगों के लिये हमारी अपनी आकाशगंगा के बीच का स्थान ही नही बल्कि सभी आकाशगंगाओं के बीच का स्थान 'पारदर्शक' है। हमारी आकाशगंगा और एण्ड्रोमेडा के बीच द्वि-पथ रेडियो-संचार की सम्भावनाओं का पता नहीं लगाया जा सकता है क्योंकि किसी रेडियो-संकेत को एण्ड्रोमेडा तक पहुँचकर लौटने में 15 लाख वर्ष लगेंगे।

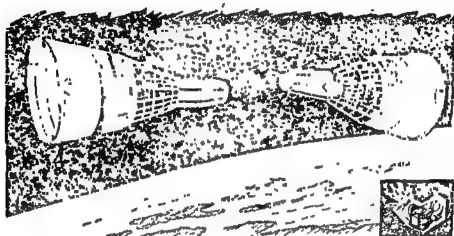
अभी तक इन अदीप्त रेडियो-तारों की प्रकृति मालूम नहीं हो सकी है। आकाश में जिन स्थानों से संकेत प्राप्त होते हैं उन पर प्राकाशिक दूरदर्शी से कुछ नही दिखाई देता है। अब तक खोजे गये अधिकांश अदीप्त तारे आकाशगंगा (Milky Way) के लगभग मध्य में एकत्रित है। क्या वे बहुत छोटे तारे हैं जिनका पूर्ण विकास नही हुआ है और जिनसे अभी दृश्य तरंगें नहीं निकलती हे? अथवा क्या वे बहुत गरम तारे हैं और

आपेक्षिकतः 'शीत' दृश्य प्रकाश के परास से परे हैं ? अथवा क्या वे गैसों से ढँके गरम और चमकीले तारे हैं और ये गैसें उनके प्रकाश का पूर्ण रूप से अवशोषण कर लेती है ? अथवा क्या वे ऐसे बेतार 'सन्देश' हैं जिनका उत्सर्जन स्वयं तारे नहीं वल्कि उनके चारों ओर स्थित गैसें करती है जो प्रोटॉनों तथा इलेक्ट्रॉनों में विघटित हो जाती है और इस प्रकार प्राप्त इलेक्ट्रॉन अपनी ऊर्जा को बेतार तरंगों के रूप मे भेजते हैं ? रेडियो-खगोलिकी अभी इतनी विकसित नही कि उससे इन सब प्रश्नों का उत्तर मिल जाय।

1950 से आरम्भ होने वाले दशक के उत्तरार्द्ध के वर्षों में कैवेण्डिश प्रयोगशाला के प्रोफ़ेसर मार्टिन राइल के निर्देशन में केम्ब्रिज के निकट 'मुलर्ड रेडियो खगोल वेधशाला' का निर्माण किया गया। वहाँ पर उपकरणों के बहुत बड़े संग्रह का उपयोग केवल खगोलीय प्रेक्षणों के लिये होता है और उनसे विश्व के अकल्पनीय 9 अरब प्रकाश-वर्षों तक दूर वाले स्थानों की जाँच-पड़ताल करने में सफलता मिली है। प्रोफेसर राइल को आशा है कि सम्भवतः वे एक दिन मनुष्य के वर्षों पुराने इस प्रश्न के उत्तर में प्रमाण प्रस्तुत कर सकें कि, विश्व का आरम्भ किस प्रकार हुआ ?—अथवा वे यह दिखा सके कि विश्व का आरम्भ कभी नहीं हुआ बल्कि उसका सतत विकास हो रहा है जो कभी समाप्त नहीं होगा।

पृथ्वी से रेडार द्वारा मानवयुक्त और मानवरहित उपग्रहों के अनुसरण से लेकर रॉकेट द्वारा स्वयं रेडार-उपस्कर को अन्तरिक्ष में भेजना केवल एक कदम है। भू-अनुसरण तंत्र के अतिरिक्त—जो पृथ्वी से 200 मील ऊपर किसी अन्तरिक्षयान का उतनी ही यथार्थता के साथ अनुसरण करता है जितनी यथार्थता के साथ राइफ़ल की गोली एक मील की दूरी पर किसी छः पेनी के सिक्के पर निशाना लगा सकती है—रेडार का उपयोग अन्तरिक्ष-युक्तिचालनों के लिये बढ़ता जा रहा है जैसे कक्षा में दो उपग्रहों को जोड़ना आदि। 'मिलन-स्थल रेडार' (Rendezvous Radar) के, जैसा इस तंत्र को कहा जाता है, एक अन्तरिक्षयान में प्रेषित्र और दूसरे में प्रेषग्राही होता है। रेडार-संकेतों द्वारा सक्रिय किया गया प्रेषग्राही अपने स्पंदों को प्रेषित करता है जिन्हे प्रथम उपग्रह पिकअप कर लेता है। यहाँ

एक परिकलन यंत्र से अन्तरिक्ष-यात्रियों को तुरन्त दूसरे यान की दिशा, गति, दूरी आदि अनुसरण सम्बन्धी आँकड़े प्राप्त हो जाते हैं। इन आँकड़ों की मदद से कर्मीदल अन्तरिक्ष में मिलन के लिये आवश्यक युक्तिचालन (manoeuvres) मालूम कर लेता है। निस्सन्देह इस प्रकार अन्तरिक्ष-यान उन अन्तरिक्ष-स्टेशनों पर भी पहुंच सकेंगे जो भविष्य में पृथ्वी से बहुत ऊंचाई पर कक्षा में चक्कर लगायेंगे।



अन्तरिक्ष में 'डॉकिंग' मिलन-स्थल

अन्य चित्र : रेडार-प्रेषित्र और चमकीले प्रकाशयुक्त मिलन-स्थल 'पॉड' जो इलेक्ट्रॉनिक और प्रकाशीय संकेतकों का काम करते हैं।

रेडार-कार्य में प्रशिक्षण की व्यवस्था

ग्रेट ब्रिटेन में तरुण तकनीकविदों और मर्चेण्ट नेवी अधिकारियों के लिये रेडार-कार्य में अनेक प्रशिक्षण-कोर्स उपलब्ध हैं। लीय, साउथम्पटन, साउथ शील्ड्स, हल्ल और लिवरपूल के संचालन एवं रेडियो-स्कूलों और लन्दन, ग्रिम्सवाई तथा कार्डिफ़ स्थित कॉलेजों में पूरा कोर्स पढ़ाया जाता है। साउथम्पटन में जिस स्थान में पानी अन्दर की ओर प्रवेश करता है वहाँ पानी के एक टावर में प्रशिक्षण-उपस्कर रखा हुआ है जहाँ से आइल ऑफ़ वाइट तक जहाजों की गति को आरेखित किया जा सकता है। हल्ल में अनुसरण-कोर्स करने वाले जो लोग इस विषय पर अपना ज्ञान ताजा करना चाहते हैं उन्हें रेडियो और विद्युत् विषय पर चार सप्ताह का आरम्भिक कोर्स पढ़ाया जाता है। कुछ स्कूलों में रेडार-सेटों से युक्त समुद्र की ओर जाने वाली नावों को प्रशिक्षण के लिये काम में लाया जाता है।

नौ-चालकों के लिये 'प्रेक्षक-कोर्स' की योजना है जिससे रेडार-उपस्कर का अतकनीकी किन्तु वहुत विस्तृत ज्ञान प्राप्त हो जाता है। कोर्स को पूरा करने में 2 सप्ताह लगते हैं और पूरा करने पर सफल उम्मीदवारों को स्कूल की ओर से एक प्रमाण-पत्र दिया जाता है जो प्रमाणित करता है कि वे कोर्स पूरा कर परीक्षा में उत्तीर्ण हो गये हैं।

'अनुरक्षण-कोर्स' मर्चेण्ट नेवी के सभी अधिकारियों को करना होता है। इसमें समुद्री रेडार-उपस्कर के अनुरक्षण के सिद्धान्त और अभ्यास पर आठ से बारह सप्ताह का प्रशिक्षण दिया जाता है। ग्रीनॉक, हैम्बल, हल्ल, लीय, साउथम्पटन और साउथ शील्ड्स में कोर्स करने की व्यवस्था है। 'अनुरक्षण-कोर्स' पूरा कर लेने के बाद परिवहन-मंत्रालय उम्मीदवारों की परीक्षा लेता है और सफल उम्मीदवारों को प्रमाण-पत्र दिये जाते है।'

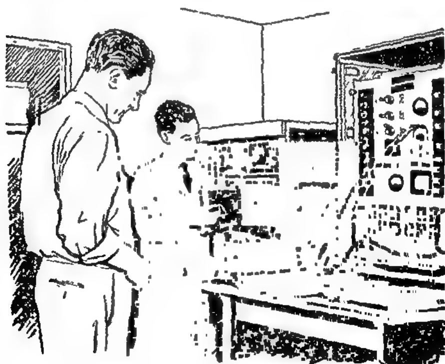
इन कोर्सों के बारे में विस्तृत जानकारी स्कूलों से प्राप्त की जा सकती है। उम्मीदवार को अपने नियोक्ता के माध्यम से मर्चेण्ट नेवी अस्ट-ब्लिशमेंट ऐडमिनिस्ट्रेशन अथवा किसी यूनियन-प्रतिनिधि को प्रार्थना-पत्र देना होता है।

लन्दन में दो डेक्का स्कूल भी हैं जिनमें से एक प्रचालन और दूसरा अनुरक्षण के लिये है। पहला स्कूल उन अधिकारियों के लिये है जो सेट

को संचालन-कार्यों के लिये इस्तेमाल करते हैं और दूसरा उन अधिकारियों और जहाजों के विद्युतज्ञों के लिये है जिन्हें अनुरक्षण करना होता है।

प्रचालकों का स्कूल लैम्बेथ ब्रिज के नीचे लैम्बेथ पीयर पर स्थित है। यह कोर्स दो दिन का होता है। 'अनुरक्षण-कोर्स' क्रॉयडन स्थित डेक्का रेडार के सर्विस डिपार्टमैण्ट हेडक्वार्टर में पढ़ाया जाता है। यह कोर्स दो सप्ताह का होता है। दोनों कोर्स निःशुल्क हैं। आइल ऑफ़ वाइट में डेक्का-टेस्ट और निदर्शन-केन्द्र में भी प्रशिक्षण-कोर्स की व्यवस्था है।

आइल ऑफ़ वाइट में कोवेज़ नामक स्थान में अपनी फ़ैक्टरी और प्रयोगशाला के निकट 'प्लेसी रेडार लिमिटेड' का भी एक तकनीकी प्रशिक्षण स्कूल है। इस स्कूल की स्थापना मुख्यतः फ़र्म के ग्राहकों द्वारा भेजे गये विद्यार्थियों के प्रशिक्षण के लिये की गई है। अतः प्रशिक्षणार्थी दुनिया के सभी भागों से आते हैं; केवल ब्रिटेन के प्रशिक्षणार्थियों की संख्या बहुत कम होती है।



आइल ऑफ़ वाइट में 'प्लेसी रेडार प्रशिक्षण स्कूल'

पारिभाषिक शब्दावली

अतिपरवलयिक	hyperbolic	चिन्हक	marker
अतिलंघन	overshooting	जड़त्व	inertia
अतिव्याप्त	overlapped	जलयान	vessel
अधिअपवर्तन	super refraction	जल-रेखा	water-line
अधिरचना	superstructure	जाइरो दिक्सूचक	gyro compass
अध्यारोपित	superimposed	जादुई-चक्षु	magic eye
अनन्त सूक्ष्म	infinitisimal	तटपोत	coaster
अनुदेश	instruction	तटवर्ती पानी	coastal waters
अनुरेखण	tracing	तरंग-दैर्घ्य	wave-length
अन्वेषित्र	interrogator	तारत्व	pitch
अपदृश्यता	bad visibility	तंत्र	network
अपवहन	drift	दिक्मान	bearing
अवतरण	landing	दिशा-शोधक	direction-finder
असंगत संचरण	anomalous propagation	दीपनौका	lightship
		दृश्यता	visibility
आकाशगंगा	galaxy	द्वितीयक प्रेषित्र	secondary transmitter
आक्रमण-रोधी	anti-invasion		
आगम-काल	time of arrival	धावनपथ	runway
आवृत्ति	frequency	नाम-संकेत	call sign
उपापवर्तन	subrefraction	निगरानी	surveillance
अंशांकन वलय	calibrating ring	निदर्शन	demonstration
कर्तक	cutter	नियोक्ता	employer
कपासी-वर्षी मेघ	cumulo-nimbus clouds	नौ-चालक	navigator
		नौ-परिवहन	shipping
कर्मीदल	crew	नौ-रेडार	naval radar
किरणपुंज	beam	नियंत्रण-बुर्ज	control tower
खगोलिकी	astronomy	पक्षी-प्रवसन	bird migration
खांचा	recess	परमाणु	atom
घुमाव-बिन्दु	turning point	परावर्तन	reflection
घूर्णस्थायी	gyro-stabiliser	परासन	ranging
चाक-घर	wheel-house	परिकलन यंत्र	computor

परिचालन केन्द्र	operational centre
परिपथ	circuit
परिवहन	transport
पर्यवेक्षण	supervision
पार्श्विक	lateral
प्रक्षेपण	projection
प्रचालक	operator
प्रतिदीप्तशील	fluorescent
प्रतिध्वनि	echo
प्रत्यावर्तित्र	alternator
प्रवर्धन	amplification
प्रेषग्राही	transponder
प्रेषाभिग्राही	transceiver
प्लव	float
मायाक्षि	magic eye
मिलन-स्थल	rendezvous
मौसमी आंकड़े	meteorological data
भेदिया	spotter
रूढ़	conventional
लघु स्पंद	short burst
वर्षण	precipitation
विद्युत्-चुम्बकीय तरंगें	electro-magnetic waves
विन्यासन	marshalling
विसर्पण-पथ	glide path
वेधशाला	observatory
वोल्टता	voltage
शीर्षक-रेखा	heading-line
समकालित	synchronized
समन्वयन	coordination
समस्वरण	tuning
सर्वेक्षक	surveyor
संकल्पना	concept
संकेतक	beacon
संचार-तंत्र	communication network
संवहन जाल	drift net
संसूचन	detection
संस्थापन	*installation*
संहत	compact
स्थलरुद्ध	landlocked
स्थिति सूचक	position indicator
स्वचालन	*automation*
स्वचालित अवतरण	automatic landing
स्वतः कार्य	automatic task
हिमशैल	iceberg

केन्द्रीय हिन्दी निदेशालय (शिक्षा-मंत्रालय) भारत सरकार द्वारा स्वीकृत
विज्ञान की विश्वविख्यात पुस्तकें

★ परमाणु — जॉन रोलैण्ड

(ATOMS Work Like This by John Rowland)

इस पुस्तक में परमाणु की रचना का सरल वर्णन किया गया है। जहाँ इसकी महान शक्ति के दुरुपयोग से दुनिया का खात्मा हो सकता है वहाँ इसमें मनुष्य जाति की भलाई के लिए महान शक्ति भी है, इस पुस्तक में इसी रचनात्मक और उपयोगी पहलू पर जोर दिया गया है।

★ हेलिकॉप्टर — बेसिल आर्कैल और जॉन डब्ल्यू आर. टेलर

(HELICOPTERS Work Like This by Arkell & Taylor)

गणतन्त्र दिवस पर उपस्थित जन-समुदाय पर फूल बिखरने से लेकर डाक और अन्न-सामग्री पहुंचाने वाला आधुनिक उड़नखटोला जो भविष्य की बस के रूप में आपके सामने आने वाला है।

★ रेडार — एगॉन लार्सन

(RADAR Works Like This by Egon Larsen)

आसमान में उड़ते विमान और बादलों तक की ठीक-ठीक स्थिति बताने वाले अद्भुत यन्त्र का रोचक परिचय।

★ ट्रांजिस्टर — एगॉन लार्सन

(TRANSISTORS Work Like This by Egon Larsen)

पढ़िए और समझिए कि ट्रांजिस्टर कैसे काम करता है। ट्रांजिस्टर-परिवार के नये सदस्य 'ट्रांस्लुक्सर' और 'एक्युट्रॉन' की जानकारी के लिए नवीनतम पुस्तक।

★ जेट-यान — जॉन डब्ल्यू. आर. टेलर

(JET PLANES Work Like This by J. W. R. Taylor)

इन वायुयानों की तेजी के पीछे वैज्ञानिकों और यांत्रिकीविदों का कितना परिश्रम है—यह इस पुस्तक को पढ़कर ही जाना जा सकता है।

★ रॉकेट और उपग्रह — जॉन डब्ल्यू. आर. टेलर

(ROCKETS AND SATELLITES Work Like This by J. W. R. Taylor)

चन्द्रमा पर सफलतापूर्वक उतरना अंतरिक्ष खोजी उपग्रहों और रॉकेटों के कारण ही सम्भव हुआ है जिनका अंतरंग परिचय पढ़िए टेलर की रोचक शैली में।

★ ध्वनि-अभिलेखन — क्लेमेंट ब्राउन

(SOUND RECORDING Works Like This by Clement Brown)

अत्यन्त स्पष्ट रूप से बताया गया है कि किस तरह आवाज रिकार्ड की जाती है – रिकार्डों मे, टेप पर और फ़िल्म पर।

★ रेलगाड़ी — डेविड सेंट जॉन टॉमस

(TRAINS Work Like This by Dd. St. John Thomas)

रेलों में रुचि रखने वाले बच्चे के माता-पिता यदि इस पुस्तक को उसे पढ़ने को दें तो सर्वोत्तम रहेगा। हमने इसे आलोचक की दृष्टि से बार-बार पढ़ा है किन्तु हमें इसमें कोई दोष नहीं दिखाई दिया। इसमें रेलवे की तकनीकी बातों को सरल, स्पष्ट और रोचक ढंग से बताया गया है। बच्चों के लिए इस विषय पर यह सर्वोत्तम पुस्तक है।

★ अतल गहराई में जीवन — मॉरिस बर्टन

(LIFE IN THE DEEP by Maurice Burton)

चन्द्रलोक से कहीं ज्यादा रहस्यमय है सागरतल की अनोखी दुनिया जिसके भेद अब खुलते जा रहे हैं।

★ नये पदार्थ — जिराल्ड लीच

(THE NEW MATERIALS by Gerald Leach)

कृत्रिम उपग्रहों और परमाणु-रिएक्टरों से लेकर आधुनिक विमानों और रॉकेटों के निर्माण के लिए नित नई खोजी जा रही अद्भुत धातुएँ, रेशे और प्लास्टिक।

★ रेडियो-खगोलिकी — निजेल काल्डर

(RADIO ASTRONOMY by Nigel Calder)

सितारों की दुनिया के अनजाने रास्तों के राहियों और उनकी खोजों की रोचक गाथा—गैलीलियो से हॉबल और नार्लीकर तक।

★ परिवहन — एगॉन लार्सन

(TRANSPORT by Egon Larsen)

भीड़-भरी सड़कें और यातायात-व्यवस्था अब परिवर्तन की मांग करती है: प्रस्तुत हैं इस क्षेत्र में की जा रही आशाप्रद खोजें जो आज प्रयोगशाला में हैं और कल सड़कों पर होंगी।

★ मौसम — आर. एस. स्कोरर

(WEATHER by R. S. Scorer)

मौसम तरह-तरह के खेल खेलता है—कभी सूखा, कभी बाढ़—विज्ञान मौसम के भेद खोलकर उसको अपनी मुट्ठी में करने के प्रयास कर रहा है। बादलों को देखकर आंधी और तूफान आने की भविष्यवाणी कैसे की जाती है, इसका सरल परिचय।

THE PROGRESS OF SCIENCE Series in Hindi
(All books are fully illustrated or Plates on art paper)

Great Discoverers in Modern Science	Patrick Pringle
Modern Scientists At Work	Amabel Williams Ellis
Men Who Changed The World	Egon Larsen
Men Who Shaped The Future	Egon Larsen
The Common Sense of Science	J. Bronowski
Everyday Science Topics Book I-III	T.A. Tweedle
Stories from Science Book I-IV	Sutcliffe & Sutcliffe
Achievements of Science I-VIII	M Anderwood
The Making of Man by	I.W. Cornwall & M. Maitland Howard (Carnegie Medal Winner)
Diversity of Man	Robin Clark
Animal life in the Tropics	E M.P. Waltors
Life in the Deep	Maurice Burton
Planet Earth	Dr. Ronald Fraser
Weather	R.S Scorer
The World of Feelings	J.D. Carthy
Nature and Man	John Hillaby
Biology for the Modern World	C.H. Waddington
Great Moments in Astronomy	Archie E. Roy

SCIENCE WORK LIKE THIS Series in Hindi
(All books are fully illustrated or Plates on art paper)

Television Works Like This	J & R. Bendick
Radar Works Like This	Egon Larsen
Sound Recording Works Like This	Clement Brown
Atoms Works Like This	John Rowland
Helicopters Works Like This	Basil Arkell & John W.R. Taylor
Transistors Work Like This	Egon Larsen
Jet Planes Work Like This	John W.R. Taylor
Rockets & Satellites Work Like This	John W.R. Taylor
Trains Work Like This	David St. John Thomas
Cameras Work Like This	Maurice K. Kidd
Transport	Egon Larsen